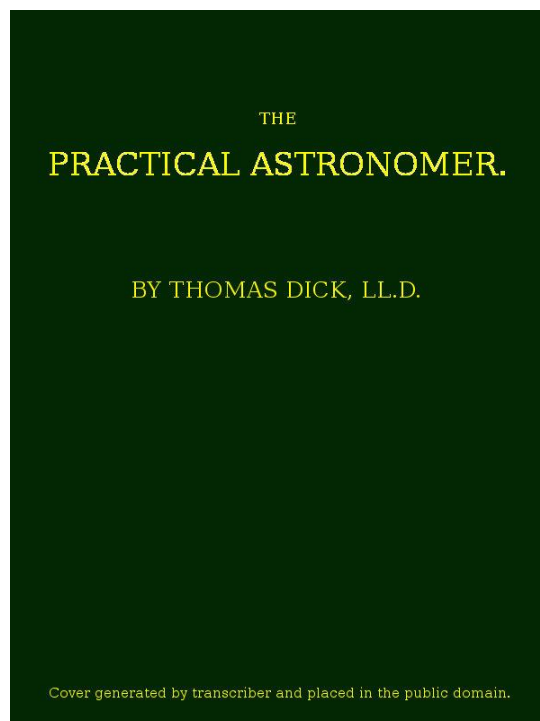


Астроном-практик. Содержит  
иллюстрации света и цветов,  
практические описания всех видов  
телескопов, использование  
экваториального транзитного круга и  
других астрономических инструментов,  
подробный отчет о больших телескопах  
графа Россе и другие темы, связанные  
с астрономией

Томас Дик



## Электронная книга проекта "Гутенберг" для астронома-практика

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу [www.gutenberg.org](http://www.gutenberg.org). Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

**Должность:** Практический Астроном

**Автор:** Томас Дик

**Дата выхода:** 24 марта 2017 г. [Электронная книга № 54420]

Последнее обновление: 23 октября 2024 г.

**Язык:** Английский

**Кредиты:** Подготовлено Крисом Керноу, Уэйном Хаммондом и командой онлайн-корректоров по адресу <http://www.pgdp.net> (Этот файл создан на основе изображений, щедро предоставленных интернет-архивом)

\*\*\* НАЧАЛО ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "ПРАКТИЧЕСКИЙ АСТРОНОМ" \*\*\*



ОБСЕРВАТОРИЯ АВТОРА.

"ПРАКТИЧЕСКИЙ АСТРОНОМ", ВКЛЮЧАЮЩИЙ ИЛЛЮСТРАЦИИ СВЕТА И ЦВЕТОВ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ОПИСАНИЯ ВСЕХ ВИДОВ ТЕЛЕСКОПОВ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКВАТОРИАЛЬНОГО КОЛЬЦА И ДРУГИХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ, ПОДРОБНЫЙ ОТЧЕТ О БОЛЬШИХ ТЕЛЕСКОПАХ ГРАФА РОССЕ И ДРУГИЕ ТЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С АСТРОНОМИЕЙ

ТОМАС ДИК, доктор права

АВТОР КНИГ "ХРИСТИАНСКИЙ ФИЛОСОФ", "НЕБЕСНЫЙ ПЕЙЗАЖ", "ЗВЕЗДНЫЕ НЕБЕСА" И Т. Д.  
Иллюстрирован сотней гравюр.

СИЛИ, БЕРНСАЙД И СИЛИ,  
ФЛИТ-СТРИТ, ЛОНДОН.  
MDCCCCXLV.

НАПЕЧАТАНО Л. СИЛИ.

## ПРЕДИСЛОВИЕ.

О следующей работе было объявлено несколько лет назад в предисловии к тому, посвященному "Звездным небесам"; с тех пор корреспонденты в Англии, Вест-Индии и Америке неоднократно наводили о ней справки. Она была почти готова к публикации три года назад, но обстоятельства, на которые Автор не имел никакого влияния, помешали ее появлению в тот период. Эта задержка, однако, позволила ему представить описания определенных инструментов и изобретений, которые были частично неизвестны в то время, на которое он ссылается.

Название "Практический астроном" было выбрано как самое короткое из всех, которые можно было выбрать, хотя книга не включает в себя множество тем и дискуссий, обычно изучаемых в этом отделе астрономии. Работа предназначена для сведения широкого круга читателей, особенно для тех, кто пристрастился к астрономическим занятиям и желает познакомиться с инструментами, с помощью которых производятся наблюдения за небесными телами, и применить свои механические навыки для конструирования некоторых из тех, которыми они, возможно, пожелают обладать. С этой целью Автор остановился на множестве мельчайших деталей, в отношении конструкции и практического применения всех видов телескопов и т.д., которых нет в общих трактатах по оптике и астрономии.

Поскольку свет является основой астрономической науки и всех инструментов, используемых для наблюдения за небесными телами, дается краткое описание общих свойств света — законов, по которым он преломляется и отражается при прохождении через различные среды, — и эффектов, которые он производит в системе природы, — чтобы подготовить почву для четкого понимания принципов, на которых построены оптические инструменты, и эффектов, которые они производят.

Поскольку этот, как и любой другой физический предмет, является частью устройства Творца во всей материальной системе, Автор время от времени пользовался возможностью обратить внимание читателя на Мудрость и Благотворность Великой Первопричины и представить те моральные размышления, которые естественным образом вытекают из этой темы.

Настоящий том - девятый, который Автор представил публике, и он тешит себя надеждой, что он встретит такой же благосклонный прием, какому неизменно подвергались его предыдущие публикации. Первоначально предполагалось завершить книгу несколькими замечаниями о *полезности* астрономических исследований и их *нравственной и религиозной* направленности, но пока это не удалось сделать из-за того, что работа разрослась до большего объема, чем ожидалось. Если он снова предстанет перед публикой как автор, предмет обсуждения и иллюстрации будут иметь более прямое отношение, чем настоящее, к великим объектам религии и будущему миру.

*Броти-Ферри, близ Данди, август 1845 года.*

## Содержание.

### ЧАСТЬ I.

#### О СВЕТЕ.

##### Введение.

Необходимость света для познания и счастья всех живых существ — Его прекрасное и оживляющее воздействие—Эмблема Божества—Сделано все возможное для его повсеместного распространения *страница 1-7.*

### ГЛАВА I.

#### Общие свойства света.

Интересный характер этого исследования—Были выдвинуты различные гипотезы относительно природы света—Он излучается по прямым линиям—Двигается с поразительной скоростью—Исходит во всех направлениях от светящихся тел—Продолжительность его воздействия на глаз—Предполагается, что он обладает определенной силой или импульсом—Эксперименты в отношении этой точки—Его интенсивность уменьшается пропорционально квадрату расстояния—Его отражение от непрозрачных тел делает объекты видимыми—Интенсивность отраженного света—Подчиняется закону притяжения—Образует составную часть определенных тел—*Солнечные фосфорные лучи*, и явления, которые они проявляют—Оказывает определенное воздействие на планеты и цветы, представленные во множестве примеров — Предполагается, что они оказывают влияние на *распространение звука страница 8-37*

*Размышления о природе света* и разнообразных эффектах, которые он производит во вселенной—Представление Божественности—Мудрости и Благости Бога, проявленных в

его формировании *страница 37-40.*

## ГЛАВА II.

### О преломлении света.

Природа преломления—Иллюстрируется экспериментами—Угол преломления—Знакомые эксперименты, иллюстрирующие преломление—Преломление объясняет причины многих любопытных явлений—Его влияние на небесные тела—На сумерки—Иллюстрируется рисунками  
*страница 41-53.*

### НЕОБЫЧНЫЕ СЛУЧАИ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К ЗЕМНЫМ ОБЪЕКТАМ.

Необычайный вид побережья Франции из Гастингса—Появление корабля, замеченного капитаном Колби за берегом Кейтнесса—Вид Скорсби на корабль своего отца, когда он скрылся за горизонтом—Явление возле Гималаев—Маяк Белл Рок—Краткое изложение разнообразных эффектов преломления—Размышления о благотворных и разнообразных эффектах, производимых законом преломления —Это увеличивает продолжительность дня, особенно в полярных регионах—Является причиной того великолепия, которое проявляется в объектах вокруг нас—Величина преломления по отношению к земным объектам и его влияние на окружающую среду. полезность — ее последствия могут быть более разнообразными в других мирах  
*страница 53-63.*

## ГЛАВА III.

### О преломлении света через сферические прозрачные вещества, или линзы.

Рефракция — основа оптических инструментов —Различные формы линз —*Параллельные, сходящиеся и расходящиеся* лучи —Проиллюстрированы диаграммами—*Вогнутые* линзы, их эффекты и способы определения их фокусных расстояний—Изображения, формируемые выпуклыми линзами—Проиллюстрированы экспериментами—Принципы, касающиеся изображений, формируемых линзами -Их увеличительная способность и т.д. *страница 63-75.*

### ОТРАЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ ПРЕДЫДУЩЕЙ ТЕМЫ.

Свойство лучей света формировать *изображения* объектов — Замечательные результаты и открытия, вытекающие из этого свойства — в отношении к нашему знанию небесного пейзажа и мельчайших частей природы — и наших взглядов на атрибуты Божества *страница 75-80.*

## ГЛАВА IV.

### Об отражении света.

Характер отражения—Плоские, выпуклые и вогнутые зеркала—Угол отражения—Отражение объектов от плоских зеркал, проиллюстрированное рисунками—*Отражение выпуклыми и вогнутыми зеркалами*—Свойства *выпуклых* зеркал и цели, для которых они применяются. Свойства вогнутых зеркал и их полезность—О *изображениях*, формируемых вогнутыми зеркалами, —Проиллюстрировано множеством рисунков и экспериментов—Их способность увеличивать и обжигать—Забавные обманы, вызванные—Сходством свойств выпуклых линз и вогнутых зеркал—Количеством света, отражаемого полированными поверхностями *страница 81-106.*

### НЕОБЫЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИРОДЫ, ВЫЗВАННЫЕ СОВМЕСТНЫМ ВЛИЯНИЕМ ОТРАЖЕНИЯ И ПРЕЛОМЛЕНИЯ.

Фата Моргана—Мираж—Перевернутые изображения кораблей, видимых на горизонте—Появление Дуврского замка в Рамсгейте—Призрак Брокена—Сцены в высокогорье Шотландии—Большой крест, видимый в Минье во Франции—Доктор Иллюстрации таких явлений Волластона —Полезность науки в рассеянии суеверных страхов *страница 106-118.*

## ЗАМЕЧАНИЯ И РАЗМЫШЛЕНИЯ ПО ПОВОДУ ОПИСАННЫХ ВЫШЕ ЯВЛЕНИЙ.

Свет, красота вселенной и символ Божественности — В других мирах он может создавать бесконечное разнообразие возвышенных пейзажей *страница 118-122.*

## ГЛАВА V.

### Раздел. 1.—О цветах света.

Цвета, красота природы—Мнения, которых раньше придерживались относительно их причины—Эксперименты сэра И. Ньютона с призмой—Цвета и явления, производимые призмой—Несовершенство оптических линз—Различные иллюстрации—Лучи разного цвета не обладают одинаковой освещающей способностью—Нагревательные и химические свойства некоторых лучей солнечного спектра—свойство передавать магнитную энергию—Фраунгофер и его открытия в отношении спектра—Эксперименты с белым и цветным светом *страница 123-137.*

### Раздел. 2.о цветах природных объектов.

Цвета не в самих предметах, а в падающем на них свете—Иллюстрации этого положения—Атмосфера источник разнообразия цветов—Различные природные явления, связанные с цветом, объяснены *страница 137-143.*

### Раздел 3.—явления радуги.

Описание радуги—Эксперименты, иллюстрирующие ее причину—Описания различных явлений и оптические объяснения их причин—Радуги, изображающие *полные круги*—Их появление в разных странах—Краткое изложение основных фактов, касающихся радуги—*Лунные радуги*—Ссылки на радугу в Священных Писаниях—Была ли радуга до потопа *страница 144-157.*

### Раздел. 4. размышления о красоте и полезности цветов.

Красота и разнообразие проистекают из цветов в природном пейзаже —Цвета, создаваемые атмосферой в разных странах —Каким был бы аспект природы на небесах и на земле, если бы существовал только один цвет —Как это повлияло бы на обычные отношения и занятия общества—Мудрость и Милосердие Создателя проявляются в разнообразии цветов—Во всех системах вселенной преобладает разнообразие цветов—Эта тема имеет тенденцию внушать нам благодарность *страница 158-168.*

## ЧАСТЬ II.

## О ТЕЛЕСКОПАХ.

## ГЛАВА I.

### История изобретения телескопов.

Телескоп — благородный инструмент—Производимые им эффекты—Были ли они известны древним—Идеи монаха Бэкона относительно телескопов—Впервые сконструированы в Голландии—На изобретение претендовали разные люди—Отчет Галилея о конструкции своего телескопа—Открытия, которые он сделал с помощью этого инструмента—Как его открытия были восприняты учеными—Образцы ученой бессмыслицы, выдвинутые мнимыми философами—

Предполагаемая длина телескопа Галилея—Различные претенденты на изобретение этого инструмента *страница 169-183.*

## ГЛАВА II.

### Камеры-обскуры.

Внешний вид объектов в камере—обскуре—Темная камера—Этот инструмент служит для объяснения природы телескопа—рефрактора—На что следует обратить внимание при изображении объектов с помощью камеры — Он иллюстрирует природу зрения—Вращающаяся камера-обскура—*Портативная камера страница 184-196.*

### Дагерротип.

Важное открытие для фиксации изображений, создаваемых камерой—Описание процесса дагерротипирования—Подготовка пластины, закрепление оттиска и т.д.—Подготовка фотогеничной бумаги—Полезные эффекты, которые может произвести это искусство—Изображения объектов на небесах и т.д.*страница 196-205.*

## ГЛАВА III.

### Об оптическом угле и видимой величине объектов.

Различные иллюстрации видимой величины объектов—Ошибки в отношении видимых величин—Видимые величины в небесах—Разница между *абсолютными* и видимыми величинами *страница 206-213.*

## ГЛАВА IV.

### О различных типах телескопов-рефракторов.

#### Раздел. 1.Телескоп Галилея.

Конструкция и особые свойства этого инструмента *страница 214-217.*

#### Раздел I. 2.—Обычный астрономический телескоп-рефрактор.

Описание его природы и конструкции — Как определяется его увеличительная способность. Таблица линейной апертуры, увеличительной силы и т.д. астрономических телескопов длиной от 1 до 120 футов — Краткое описание свойств этого телескопа *страница 218-224.*

#### Раздел. 3.Воздушный телескоп.

Этот телескоп используется без трубки—Описание подключенного к нему аппарата, проиллюстрированное рисунками—Большие телескопы Хартсокера Гюйгенса и Кассини *страница 224-228.*

#### Раздел. 4.Обычный телескоп—рефрактор для наблюдения за земными объектами.

Расположение его линз—Увеличивающая способность—Способ, которым лучи света преломляются в телескопах, описанный сейчас на *странице 228-231.*

#### Раздел. 5.Телескоп, сформированный одной линзой.

Различные эксперименты, связанные с этой точкой—Эксперименты с линзой с фокусным расстоянием 26 и диаметром 11½ дюймов *страница 232-235.*

#### Раздел. 6.Ахроматический телескоп.

Недостатки обычных телескопов—рефракторов—Открытие Доллонда—Ошибка Ньютона—Объяснение принципа действия ахроматических телескопов—Комбинация линз—Трудности в конструкции таких инструментов—Трудности с приобретением больших дисков из кремневого



стекла-Эксперименты Гиностраница 235-248.

## СВЕДЕНИЯ О НЕКОТОРЫХ БОЛЬШИХ АХРОМАТИЧЕСКИХ ТЕЛЕСКОПАХ НА КОНТИНЕНТЕ И В ВЕЛИКОБРИТАНИИ.

Телескоп в Дерпте —Телескоп сэра Дж. Саута — капитана Смита—преподобного доктора Пирсона—мистера Лоусона—мистера Купера—мистера Бриджеса и др., —Ахроматика в Кембриджской и Парижской обсерваторияхстраницы 248-254.

## АХРОМАТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ СРЕДНЕГО РАЗМЕРА По ЦЕНАМ, КОТОРЫЕ ПРОДАЮТСЯ ЛОНДОНСКИМИ ОПТИКАМИ.

Ахроматический 2½ фута — 3½ фута—Применяемые к нему мощности— и виды, которые он дает на небесные тела —Ахроматический 5 футов —Обозначает телескопы, иллюстрированные гравюрами страница 254-264.

## ПРОПОРЦИИ Или КРИВИЗНА ЛИНЗ, ОБРАЗУЮЩИХ АХРОМАТИЧЕСКИЙ ПРЕДМЕТ-СТЕКЛО.

Различные таблицы и пояснения страница 265-269.

## АХРОМАТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ, СОСТОЯЩИЕ ИЗ ЖИДКИХ ЛИНЗ.

Жидкостный телескоп Блэра с описанием его характеристик; Большой телескоп—рефрактор Барлоу с жидкой вогнутой линзой — Его конструкция и эффект, который он производит на двойные звезды, и т.п.; Ахроматический телескоп Роджерса в новом плане; Телескоп Уилсона и т.п.страница 269-283.

## ГЛАВА V.

О телескопах—отражателях.

### Раздел. 1. История изобретения и общее описание конструкции этих инструментов.

Отражатель Грегори—Ньютоновский отражатель—Кассеграновский отражатель—Увеличительные способности отражателей—Отражатели Шорта—Их мощность и цены—Общие замечания по григорианским отражателям—Апертуры и увеличительные способности ньютоновских телескопов—Цены на телескопы-отражатели страница 284-301.

### Раздел. 2.Телескоп Гершеля.

Описание 40—футового телескопа сэра У. Гершеля с его механизмами, аппаратурой и сделанными с его помощью открытиями -20-футовый рефлектор сэра Дж. Гершеля страница 301-308.

### Раздел. 3. Большой телескоп—рефлектор Рэймиджа. страница 308-311.

### Раздел. 4.Воздушный отражатель —сконструирован Автором.

Конструкция этого телескопа и способ его использования —Проиллюстрировано рисунками —Его свойства и преимущества—Трубка не нужна в телескопах—отражателях—Как можно сконструировать большой отражатель без трубки-Как форма телескопа может использоваться для просмотра перспектив страница 311-325.

### Раздел. 4. Отражающие телескопы графа Россе.

Его способ формирования большого зеркала и т.п. см. Также, Приложение, стр. 325-328.

### Раздел. 5.Телескопы—отражатели со стеклянным зеркалом.

Различные эксперименты на эту тему с их результатами,страница 329-331.

### Раздел. 6.Телескоп—рефлектор С одним зеркалом и без окуляра.

Эксперименты, иллюстрирующие эту конструкцию *страница* 332-334.

#### НА ОКУЛЯРАХ ТЕЛЕСКОПОВ. АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОКУЛЯРЫ.

Гюйгеневский окуляр—Окуляр Рамсдена—Аберрация линз—Небесные окуляры с переменной мощностью. *Диагональные* окуляры -Описаны различные их формы — Различные аспекты, в которых они могут рассматривать объекты *страница* 335-347.

#### ЗЕМНЫЕ ГЛАЗНЫЕ ЯБЛОКИ.

Окуляры с четырьмя линзами—Пропорции фокусных расстояний этих линз—Размеры и мощности нескольких окуляров указаны на *странице* 347-353.

#### ОПИСАНИЕ ОКУЛЯРА и других ЭЛЕМЕНТОВ СТАРОГО ГОЛЛАНДСКОГО АХРОМАТИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА.

Предполагается, что этот телескоп был *изобретен* в Голландии до того, как стало известно об открытии Доллонда—Особенности его окуляра *страница* 354-357.

#### ОПИСАНИЕ ПАНКРАТИЧЕСКОЙ ГЛАЗНОЙ ТРУБЫ.

*страница* 357-360.

#### ГЛАВА VI.

##### Различные замечания по отношению к телескопам.

1. Настройки, необходимые при использовании телескопов—2. Состояние атмосферы, наиболее подходящее для наблюдения земных и небесных объектов —Среднее количество часов в году, пригодных для наблюдений за небесными телами.-3. Об увеличительных способностях, необходимых для наблюдения явлений, связанных с различными планетами—Кометами—Двойными звездами и т. Д. —Проиллюстрировано в целом на стр. 369-380.-4. Способ отображения солнечных пятен—Окуляры, наиболее подходящие для этой цели-Как их можно показывать большой компании—Способ определения их размеров.-5. О *проникающей* в космос способности телескопов—Наблюдения Гершеля о проникающей способности в космос—Сравнение ахроматического и григорианского отражателей.-6. О выборе телескопов и определении их свойств—Различные способы определения качества телескопов—Общие замечания и предостережения по этому вопросу—Обстоятельство, на которое следует обратить внимание при использовании ахроматики.-7. О способе определения увеличительной способности телескопов—Различные эксперименты, связанные с этим пунктом.-8. О чистке линз телескопов *страница* 361-407.

#### НА МЕГАЛАСКОПАХ Или ТЕЛЕСКОПАХ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ За ОЧЕНЬ БЛИЗКИМИ ОБЪЕКТАМИ.

Способы адаптации телескопа для этой цели —объекты, к которым они могут быть применены *страница* 407-411.

#### РАЗМЫШЛЕНИЯ О СВЕТЕ И ЗРЕНИИ, А ТАКЖЕ О ПРИРОДЕ И ПОЛЕЗНОСТИ ТЕЛЕСКОПОВ.

Удивительная и таинственная природа света—Органа зрения и его обширного диапазона — Удивительная природа телескопа и объектов, которые он открывает для обозрения—Не следует устанавливать границ для открытий науки и совершенствования искусства—Телескоп — это машина, которая практически переносит нас в отдаленные регионы космоса—Он расширяет наши представления о возвышенных сценах творения—Он имеет тенденцию расширять наши представления об империи и атрибутах Божества-Различные применения этого инструмента в науке и повседневной жизни. *страница* 411-431.

#### ГЛАВА VII.

О способе шлифования и полировки оптических линз и зеркал.

1. Указания по шлифовке линз для очков, микроскопов и т.п.-2. Метод отливки и шлифовки зеркальца телескопов-отражателей—Составы металла для зеркальца—Чтобы попробовать форму металла-Отрегулировать отверстие для глаз в григорианских отражателях—Отцентрировать зеркальце-отцентрировать линзы. *страница 432-442.*

### ЧАСТЬ III.

## О РАЗЛИЧНЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТАХ.

### ГЛАВА I.

#### О микрометрах.

Различные описания микрометров—Описан микрометр Кавалло—Для определения величины его делений—Практическое применение этого микрометра—Проблемы, которые могут быть решены с его помощью—Таблицы для облегчения его использования *страница 443-452.*

### ГЛАВА II.

#### На Экваториальном телескопе или Переносной обсерватории.

История экваториалов—Описание одной из простейших конструкций этих инструментов—Для настройки экваториала для наблюдения—Для корректировки линии визирования—Описание *нониуса*—Для нахождения линии меридиана одним наблюдением—Способ наблюдения звезд и планет в дневное время *страница 453-464.*

#### НАБЛЮДЕНИЯ АВТОРА За НЕПОДВИЖНЫМИ ЗВЕЗДАМИ И ПЛАНЕТАМИ, СДЕЛАННЫЕ В ДНЕВНОЕ ВРЕМЯ ЭКВАТОРИАЛОМ.

Объект этих наблюдений —звезды первой и второй звездных величин—Общие выводы из этих наблюдений *страница 464-469.*

#### НАБЛЮДЕНИЯ За ПЛАНЕТАМИ В ДНЕВНОЕ ВРЕМЯ.

Серия наблюдений за *Венерой* вблизи солнца -Наблюдалась во время ее высшего соединения в 1843 году—Выводы, сделанные на основе этих наблюдений—явления, наблюдавшиеся во время этих наблюдений—Замечательное явление во время солнечного затмения *страница 469-480.*

#### НАБЛЮДЕНИЯ За ЮПИТЕРОМ И ДРУГИМИ ПЛАНЕТАМИ.

Общие выводы и т.п. *страница 480-485.*

#### ПОЛЕЗНОСТЬ ДНЕВНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА НЕБЕСНЫМ ТЕЛОМ. *страница 485-491.*

#### ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ. *страница 492-496.*

#### АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КРУГ. *страница 496-502.*

#### ДОКУМЕНТ О ТРАНЗИТЕ. *страница 502-505.*

### ГЛАВА III.

#### На обсерваториях.

Основные характеристики места, приспособленного для наблюдений за небесными телами—Государственные и частные обсерватории—Гринвичская обсерватория—Инструменты, которыми должна быть оборудована обсерватория—Частная обсерватория автора—Вращающиеся купола для обсерваторий—Предостережения, на которые следует обратить внимание при наблюдениях за небесными телами *страница 506-516.*

## ГЛАВА IV.

### На планетариях.

История таких машин—Сфера Архимеда и Посидония—*Уран* доктора Лонга—Колесо-работа обычного планетария—Фигура, представляющая эту машину—Задачи, которые может выполнять она *страница 517-527.*

### ПЛАНЕТАРИЙ ДОКТОРА ХЕНДЕРСОНА.

Сечение его рабочего колеса - Количество зубьев в колесах и шестернях, которые приводят в движение различные планеты — Обеспечивает исключительную точность этих перемещений.*страница 527-538.*

### О РАЗЛИЧНЫХ МНЕНИЯХ, КОТОРЫЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНО СФОРМИРОВАЛИСЬ О КОЛЬЦЕ САТУРНА, ПРОИЛЛЮСТРИРОВАНО 13 ВИДАМИ.

Когда и кем была обнаружена его истинная форма. *страница 538-543.*

### О ПРЕДПОЛАГАЕМОМ РАЗДЕЛЕНИИ ВНЕШНЕГО КОЛЬЦА САТУРНА.

Наблюдения Кэтера, Шорта, Кетле и Декупписа *страница 543-547.*

### ПРИЛОЖЕНИЕ.

#### 1. Описание самого большого телескопа графа Россе.

Состав зеркала и процесс его отливки—Способ его шлифовки и полировки—Способ его заполнения—Расходы, понесенные при его изготовлении—Результаты наблюдений, которые были сделаны с его помощью—Два вида, представляющие этот инструмент и связанные с ним здания —Замечания и ожидания сэра Дж. Саута *страница 548-562.*

#### 2. Советы любителям астрономии относительно конструкции телескопов.*страница 563.*

## СПИСОК ГРАВЮР.

| Рисунок                                                                                    | Страница |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1. Изображение уменьшения интенсивности света.                                             | 22       |
| 2. Иллюстрирующий преломление света.                                                       | 43       |
| 3. Представляющий углы падения и преломления.                                              | 44       |
| 4. Рефракцию атмосферы.                                                                    | 51       |
| 5. Различные формы линз.                                                                   | 65       |
| 6, 7, 8. Параллельных, сходящихся и расходящихся лучей.                                    | 66       |
| 9, 10, 11. Прохождение параллельные, расходящиеся и сходящиеся лучи сквозь выпуклые линзы. | 67       |
| 12. Прохождение параллельных лучей через вогнутую линзы.                                   | 69       |
| 13. Изображения, сформированные выпуклыми линзами.                                         | 71       |
| 14. Угол падения и отражения.                                                              | 83       |
| 15. Изображения, отраженные от плоского зеркала.                                           | 84       |
| 16. Иллюстрация отражений от плоского зеркала.                                             | 85       |

|      |                                                                                  |               |
|------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 17.  | Показ того, что изображение в плоском зеркале в два раза больше длины объекта.   | 86            |
| 18.  | Отражение от <i>вогнутых</i> зеркал.                                             | 87            |
| 19.  | Отражение от <i>выпуклых</i> зеркал.                                             | 89            |
| 20.  | Параллельные лучи, отраженные от вогнутых зеркал.                                | 91            |
| 21.  | Расходящиеся лучи, отраженные от вогнутых зеркал.                                | 91            |
| 22.  | Изображения, сформированные перед вогнутыми зеркалами.                           | 93            |
| 23.  | Изображения, сформированные за вогнутыми зеркалами.                              | 96            |
| 24.  | Иллюстрация увеличительной способности вогнутых зеркал.                          | 97            |
| 25.  | Перевернутые изображения, сформированные перед вогнутыми зеркалами.              | 98            |
| 26.  | Иллюстративный пример обмана, производимого вогнутыми зеркалами.                 | 100           |
| 27,  | 28. Поэкспериментируйте с бутылкой, наполовину наполненной водой.                | 101           |
| 29.  | Эффект необычного преломления света на кораблях в море.                          | 109           |
| 30.  | Эксперимент для иллюстрации причин необычной рефракции.                          | 117           |
| 31.  | Призматический спектр.                                                           | 127           |
| 32.  | Различная фокусировка цветных лучей в выпуклых линзах.                           | 129           |
| 33.  | Поэкспериментируйте, чтобы показать различные фокусы красных и фиолетовых лучей. | 129           |
| 34.  | Иллюстрирующий призматические цвета.                                             | 136           |
| 35.  | Объясняющий преломление и отражение от капель дождя.                             | 147           |
| 36.  | Объясняющий радуго.                                                              | 149           |
| 37.  | Изображения объектов, сформированных в темной камере.                            | 187           |
| 38.  | Вращающаяся камера-обскура.                                                      | 194           |
| 39,  | 40. Портативная камера-обскура.                                                  | 195, 196      |
| 40,* | 41, 42. Иллюстрирующий угол обзора и видимую величину объектов.                  | 206, 207, 208 |
| 43.  | Галилеевский телескоп.                                                           | 215           |
| 44.  | Астрономический телескоп.                                                        | 218           |
| 45,  | 46. Воздушный телескоп-рефрактор.                                                | 226           |
| 47.  | Обычный телескоп-рефрактор.                                                      | 228           |
| 48,  | 49, 50. Способ преломления лучей света в телескопах.                             | 231           |
| 51.  | Телескоп с одним объективом.                                                     | 234           |
| 52.  | Иллюстрация сферической аберрации.                                               | 236           |
| 53.  | Иллюстративный принцип работы ахроматических телескопов.                         | 241           |
| 54,  | 55. Двойное и тройное ахроматическое предметное стекло.                          | 242           |
| 57.  | Обычная подставка для ахроматических телескопов.                                 | 260           |

|      |                                                         |          |
|------|---------------------------------------------------------|----------|
| 58.  | Экваториальная подставка для ахроматических телескопов. | 262      |
| 59.  | Стенд Dollond для ахроматических телескопов.            | 264      |
| 60.  | Объект-стакан жидкости ахроматические Блэр.             | 271      |
| 61.  | Жидкий телескоп Барлоу.                                 | 274      |
| 62,  | 63, 64, 65, 66. Различные формы, отражающие телескопы.  | 288      |
| 67.  | Григорианский телескоп-рефлектор.                       | 293      |
| 69.  | Воздушный отражатель.                                   | 313      |
| 70.  | Вид воздушного отражателя спереди.                      | 314      |
| 71.  | Конструкция большого телескопа-рефлектора.              | 322      |
| 72.  | Телескоп-рефлектор с одним зеркалом.                    | 332      |
| 73.  | Гюйгеновский окуляр.                                    | 336      |
| 74.  | Окуляр Рамсдена.                                        | 339      |
| 75,  | 76. Комбинированные линзы для ахроматических окуляров.  | 340      |
| 77,  | 78. Диагональные проушины.                              | 344, 345 |
| 79.  | Земной окуляр с четырьмя линзами.                       | 349      |
| 80.  | Окуляр старого голландского ахроматического телескопа.  | 356      |
| 81.  | Панкратический окуляр.                                  | 359      |
| 82.  | Способ отображения солнечных пятен.                     | 384      |
| 84.  | Способ измерения расстояний с одной станции.            | 430      |
| 85.  | Микрометр Кавалло.                                      | 446      |
| 86.  | Экваториальный телескоп, или переносная обсерватория.   | 455      |
| 87.  | Рисунок, иллюстрирующий принцип работы квадранта.       | 491      |
| 88.  | Астрономический квадрант.                               | 493      |
| 89.  | Астрономический круг.                                   | 496      |
| 90.  | Документ о транзите.                                    | 502      |
| 91.  | План частной обсерватории.                              | 511      |
| 92.  | Вращающийся купол для обсерватории.                     | 513      |
| 93.  | Колесо планетария.                                      | 521      |
| 94.  | Планетарий в перспективе.                               | 522      |
| 95.  | Аппарат для демонстрации ретроградного движения планет. | 525      |
| 96.  | Фрагмент колеса планетария доктора Хендерсона.          | 528      |
| 97.  | Тринадцать видов предполагаемой формы кольца Сатурна.   | 539      |
| 98.  | Большой телескоп графа Россе.                           | 559      |
| 99.  | Секция оборудования, связанного с телескопом.           | 560      |
| 100. | Перспективный вид обсерватории автора — под заголовком. |          |

## ЧАСТЬ I. О СВЕТЕ.

### Введение.

Свет - это та невидимая эфирная материя, которая делает объекты воспринимаемыми органами зрения. По-видимому, она распределена по всей необъятности вселенной и, по существу, необходима для наслаждения любым уровнем воспринимающего существования. Именно благодаря этой таинственной субстанции мы знакомимся с красотой и возвышенностью Вселенной и чудесными действиями Всемогущего Творца. Без его вселенского влияния непроницаемая завеса была бы наброшена на отдаленные сцены творения; солнце, луна, планеты и звездные сферы были бы окутаны глубочайшей тьмой, а пестрая поверхность земного шара, на котором мы обитаем, была бы почти незамеченной и неизвестной. Творение исчезло бы, таинственный мрак окружил бы разум каждого разума, все вокруг предстало бы унылой пустошью и ничем не примечательным хаосом. Куда бы мы ни повернулись, мы не увидели бы ни формы, ни привлекательности, и едва ли можно было разглядеть хоть малейший след совершенства и деятельности Премудрого и Всемогущего Существа во вселенском мраке. Короче говоря, без влияния света ни один мир не мог бы быть населен, ни одно одушевленное существо не могло бы существовать так, как оно существует сейчас, никакое знание о делах Божьих не могло бы быть приобретено, и счастье, даже в самой низкой степени, вряд ли могло бы быть доступно какому-либо организованному разуму.

Мы еще не знали, что значит жить в мире, лишенном этого восхитительного посетителя; ибо даже в самую темную ночь мы пользуемся его благотворным влиянием, и даже в самой глубокой темнице его влияние не совсем не ощущается.<sup>1</sup> Слепые, действительно, не пользуются преимуществами света непосредственно, но его влияние отражается на них, и их знания распространяются через тех, кто получает удовольствие от использования своих органов зрения. Если бы все обитатели мира были лишены зрения, то ни знаниями, ни счастьем, какими мы обладаем сейчас, невозможно было бы наслаждаться.

Ничто так ярко не демонстрирует благотворное и оживляющее воздействие света, как рассвет теплого утра после ночи тьмы и бури. Все кажется мрачным и опустошенным в нашей земной обители, пока слабый свет не начинает забеливать восточный горизонт. Каждый последующий момент приносит с собой что-то новое и оживляющее. Полумесяц света на востоке теперь расширяет свои размеры и поднимается вверх, к краю небес; и предметы, которые незадолго до этого были погружены в глубочайший мрак, начинают отчетливо различаться. Наконец восходит солнце, и вся природа оживляется его появлением; великолепная сцена творения, которая незадолго до этого была погружена во мрак, постепенно открывается взору, и каждый предмет вокруг возбуждает чувства удивления, восторга и обожания. Сияние, исходящее от этого светила, являет нам мир, усыпанный благословениями и украшенный самыми прекрасными одеяниями. На ней видны высокие горы и леса, которыми они увенчаны, плодородные поля с покрывающими их урожаями, луга с реками, которые орошают и освежают их, равнины, покрытые зеленью, тихие озера и бескрайний океан. Она снимает завесу тьмы с жилищ людей и показывает нам города, поселки и деревушки, высокие купола, сверкающие



шпили, дворцы и храмы, которыми украшен пейзаж. Цветы распускают бутоны и раскрывают свои краски, птицы пробуждаются к мелодии, человек приступает к своему труду, слышны звуки человеческих голосов, и все вокруг кажется живым и деятельным, как будто новый мир возник из тьмы Хаоса.

Всю эту великолепную сцену, создаваемую светом, можно рассматривать как новое творение, не менее грандиозное и благодетельное, чем первое творение, когда была дана команда: “Да будет свет, и свет был”. Полярное сияние и восходящее солнце заставляют землю и все предметы, украшающие ее поверхность, подниматься из той глубокой тьмы и кажущегося запустения, которые лишили нас возможности видеть их, как будто их больше не было. Можно утверждать, в полном соответствии с истиной, что излияние света на утренней заре, после темной и облачной ночи, еще более великолепно и волнующе, чем в первый момент его создания. В то время на земле не было зрителей, которые могли бы восхищаться его великолепием; и никакие объекты, подобные тем, что мы видим сейчас, не были бы украшены его сиянием. Земля представляла собой бесформенный хаос, где нельзя было уловить ни красоты, ни порядка; горы не подняли своих вершин; моря не собрались в свои русла; реки не текли по долинам, зелень не украшала равнины; атмосфера не поднималась высоко, чтобы отражать сияние, и не существовало одушевленных существ, которые разнообразили бы и оживляли пейзаж. Но теперь, когда утренняя заря рассеивает ночную тьму, взору открывается картина красоты и великолепия. Небеса украшены лазурью, облака окрашены в самые живые цвета, горы и равнины одеты в зелень, и все это низшее творение предстает перед нами, окруженное разнообразными сценами благоденствия и величия, в то время как созерцательный глаз оглядывается вокруг и удивляется.

Таковы, следовательно, важные и благотворные эффекты того *света*, который каждое мгновение распространяет свои благословения вокруг нас. Его по праву можно рассматривать как одну из наиболее важных субстанций, связанных с системой материальной вселенной и придающих действенность всем другим принципам и устройствам природы. Следовательно, в священной истории нам сообщается, что свет был первым порождением Всемогущего Творца и первым рождением сотворенных существ; ибо без него вселенная не представляла бы ничего, кроме огромной пустоты для всех чувствующих существ. Следовательно, аналогично, Божественное Существо метафорически представлено в идее света как источника знания и счастья для всех подчиненных разумных существ: “Бог есть *свет*, и в Нем совсем нет тьмы”; и он показан как “пребывающий в свете, неприступный и исполненный славы, которого ни один человек не видел и не может увидеть”. Напоминая на эти обстоятельства, Мильтон в своем “Потерянном рае” вводит следующий прекрасный апостроф:—

Приветствую святой свет! отпрыск небесного перворожденного,  
Или вечного со-вечного луча!  
Могу ли я выразить твою непорочность? поскольку Бог есть свет,  
И никогда, кроме как в неприступном свете,  
Пребывал от вечности; обитал тогда в тебе,  
Яркое истечение светлой сущности сотворенного.  
----Перед солнцем  
, Перед небесами ты был, и по голосу



Божьему, как мантией, облекал  
Восходящий мир вод, темных и глубоких,  
Отвоеванных у пустоты и бесформенной бесконечности".

Поскольку свет является элементом огромной важности и полезности в системе природы, мы обнаруживаем, что были приняты меры для его универсального распространения по всем мирам Вселенной. Солнце является одним из главных источников света для этой земли, на которой мы живем, и для всех других планетных тел. И для того, чтобы он мог быть *равномерно* распределен по каждой части поверхностей этих глобусов, в соответствии с потребностями их обитателей, они наделены механизмом вращения, благодаря которому каждая часть их поверхностей поочередно поворачивается к источнику света; и когда одно полушарие лишено прямого влияния солнечных лучей, его обитатели получают часть света от светил в более отдаленных регионах, и их взгляды направлены на другие солнца и системы, рассеянные в бесчисленных количествах по отдаленным пространствам Вселенной. Вокруг нескольких планет, спутников или лун были расположены с целью проливания света на их поверхности в отсутствие солнца, в то время как сами первичные планеты отражают сияние света на свои спутники. Все звезды, которые наше зрение может различить без посторонней помощи в полуночном небе, и миллионы других, которые мы можем различить только с помощью телескопа, следует рассматривать как множество источников света, не просто освещающих пустоты необъятности, но и озаряющих своими лучами окружающие миры, с которыми они более непосредственно связаны, и распространяющих общий блеск по всем просторам бесконечного пространства. И, следовательно, у нас есть все основания полагать, что, если бы мы могли летать в течение тысячелетий со стремительностью серафима через необъятные пространства, мы никогда бы не приблизились к области абсолютной тьмы, но обнаружили бы, что каждое мгновение окружены эманациями света и ободряемы его благотворным влиянием. Это Всемогущее Существо, которое населяет необъятное и "обитает в недоступном свете", очевидно, распространило свет по самым отдаленным пространствам своего творения и пролило сияние на все провинции своей обширной и вечной империи, так что каждое интеллектуальное существо, где бы оно ни существовало, может ощутить его благотворное воздействие и получить возможность с его помощью проследить его чудесные действия и славные атрибуты, которыми он наделен.

Поскольку наука астрономия зависит исключительно от влияния света на орган зрения, который является самым благородным и обширным из всех наших чувств; и поскольку конструкция телескопов и других астрономических инструментов основана на нашем знании природы света и законов, по которым он действует, по существу, необходимо, прежде чем перейти к описанию таких инструментов, дать беглый обзор его природы и свойств, насколько они были установлены, и эффектов, которые он производит, когда ему мешают определенные тела или когда он проходит через различные среды.

## ГЛАВА I.

### ОБЩИЕ СВОЙСТВА СВЕТА.

В мои намерения не входит обсуждать тему света в мельчайших деталях — тему, которая имеет значительный объем и которая потребовала бы отдельного трактата, чтобы проиллюстрировать ее во всех ее аспектах. Все, что я предлагаю, - это предложить несколько иллюстраций его

общих свойств и законов, по которым он преломляется и отражается, чтобы подготовить почву для объяснения природы и конструкции телескопов и других оптических инструментов.

Нет отрасли естествознания, более заслуживающей нашего изучения, чем та, которая связана со светом — рассматриваем ли мы его прекрасные и обширные эффекты, великолепие объектов— которые он открывает для обозрения, многочисленные и разнообразные явления, которые он демонстрирует, оптические приборы, которые знание его свойств позволило нам сконструировать, или повседневные преимущества, которые мы, как социальные существа, извлекаем из его универсального распространения. Если воздух, который служит средством передачи звука и речи, позволяет нам осуществлять обмен мыслями и привязанностями с нашими ближними, то насколько шире это общение усиливается благодаря свету, который представляет образы наших друзей и других объектов как бы непосредственно перед нами, во всех их интересных формах и аспектах — говорящий глаз— розовые щеки, доброжелательная улыбка и интеллектуальный лоб! Глаз, более восприимчивый к разнообразным впечатлениям, чем другие органы чувств, 'сразу воспринимает ландшафт мира' и позволяет нам мгновенно различать очертания всех его объектов, их взаимное расположение, цвета, которые их украшают, их разнообразный вид и движения, с помощью которых они переносятся из одной части пространства в другую. Свет, проходящий через глаза, не только раскрывает нам личности других людей во всех их мельчайших модификациях и особенностях, но и показывает нас самим себе. Это дает нашему собственному зрению точный портрет наших особенностей за отражающими веществами, без этого свойства мы оставались бы в полном неведении о тех чертах лица, которые характеризуют нас в глазах других.

Но какова природа этой субстанции, которую мы называем *светом*, которая таким образом раскрывает перед нами сцены творения? По этому вопросу в философском мире преобладают два ведущих мнения. Одно из таких мнений состоит в том, что вся сфера Вселенной заполнена тонкой материей, которая получает от светящихся тел непрерывное возбуждение и которое своим вибрационным движением позволяет нам воспринимать светящиеся тела. Согласно этому мнению, свет можно рассматривать как аналог звука, который передается в ухо посредством вибрационных движений воздуха. Это была гипотеза Декарта, которая была принята, с некоторыми изменениями, знаменитыми Эйлером, Гюйгенсом, Франклином и другими философами, и была признана несколькими джентльменами-учеными наших дней. Другое мнение состоит в том, что свет состоит из излучения частиц светящихся тел, непрерывно выбрасываемых во все стороны вследствие продолжающегося возбуждения, которое он испытывает. Это гипотеза знаменитого Ньютона, и она была наиболее широко принята британскими философами.

Против первой гипотезы возражают, что, если она верна, "свет не только распространялся бы по прямой линии, но и его движение передавалось бы во всех направлениях подобно звуку и создавало бы впечатление светящихся тел в областях пространства за пределами препятствий, которые препятствуют его распространению'. Никакая стена или другое непрозрачное тело не могло бы помешать его движению, если бы оно колебалось во всех направлениях подобно звуку; и необходимым следствием этого было бы то, что у нас не было бы ни ночи, ни каких-либо таких явлений, как затмения солнца или луны, или спутников Юпитера и Сатурна. На это возражение так и не было получено удовлетворительного ответа. С другой стороны, Эйлер выдвигает следующие возражения против ньютоновской доктрины эманации. 1. Что, если бы солнце постоянно и во всех направлениях излучало такие потоки светящейся материи с такой

огромной скоростью, оно должно было бы быстро истощиться или, по крайней мере, по прошествии стольких веков были бы заметны какие-то изменения. 2. Что солнце - не единственное тело, испускающее лучи, но что все звезды обладают одинаковым качеством; и поскольку везде солнечные лучи должны пересекаться с лучами звезд, их столкновение должно быть крайне сильным и что их направление должно быть изменено таким столкновением.<sup>2</sup>

На первое из этих возражений дается ответ, что разреженность света настолько велика, что она полностью превосходит способность восприятия: самый тонкий инструмент никогда не приводился в движение импульсом скопившихся солнечных лучей. Было подсчитано, что за 385 130 000 египетских лет (360 дней) солнце потеряло бы только  $\frac{1}{1\,217\,420}$ -ю часть своей массы из-за непрерывного истечения своего света. И, следовательно, если за 385 миллионов лет уменьшение солнца было бы таким чрезвычайно малым, то оно было бы совершенно незаметным в течение сравнительно короткого периода в пять или шесть тысяч лет. На второе возражение отвечают, что частицы света настолько чрезвычайно редки, что их расстояние друг от друга несравненно больше их диаметров, что все возражения такого рода исчезают, когда мы обращаем внимание на продолжение впечатления на сетчатке и на небольшое количество светящихся частиц, которые по этой причине необходимы для обеспечения постоянного зрения. Ибо из точных экспериментов М. Д'Арсси следует, что воздействие света на сетчатку продолжается *восемь третей*, и поскольку частица света за это время преодолела бы 26 000 миль, постоянное зрение поддерживалось бы последовательностью светящихся частиц, удаленных друг от друга на двадцать шесть тысяч миль.

Не пытаясь судить о достоинствах этих двух гипотез, я предоставляю читателю самому принять то мнение, которое, по его мнению, сопряжено с наименьшими трудностями, и перейду к иллюстрации некоторых *свойств света*. — и при обсуждении этого предмета я в целом буду придерживаться терминов, используемых теми, кто принял гипотезу о *эманации* света.

1. *Свет исходит или излучается от светящихся тел по прямой линии.* Это свойство подтверждается невозможностью видеть свет через изогнутые трубки или небольшие отверстия, пробитые в металлических пластинах, расположенных одна за другой, за исключением случаев, когда отверстия расположены по прямой линии. Если мы попытаемся посмотреть на солнце или свечу через отверстие изогнутой трубки, мы не сможем воспринять ни сам объект, ни исходящий от него свет, но через прямую трубку объект может быть воспринят. Это также очевидно из формы лучей света, проникающих в темную комнату, которые проходят прямо вперед по линиям, исходящим от светящегося тела; и из формы *теней*, которые отбрасывают тела, которые ограничены прямыми линиями, идущими от светящегося тела и встречающимися с линиями, которые заканчивают промежуточное тело. Это свойство может быть продемонстрировано глазу, если заставить свет проходить через небольшие отверстия в темную комнату, наполненную дымом или пылью. Следует понимать, однако, что в этом случае лучи света рассматриваются как проходящие через одну и ту же среду; ибо, когда они проходят из воздуха в воду, стекло или другие среды, они изгибаются в точке, где они входят в другую среду, как мы впоследствии будем иметь возможность объяснить.

2. *Свет движется с поразительной скоростью.* Древние верили, что он распространяется от солнца и других светящихся тел *мгновенно*; но наблюдения современных астрономов показали, что это ошибочная гипотеза и что свету, подобно другим снарядам, требуется определенное время для прохождения из одной части пространства в другую. Однако его скорость огромна и

превышает скорость любого другого тела, с которым мы знакомы. Он пересекает земную орбиту протяженностью 190 миллионов миль за шестнадцать с половиной минут, что составляет 192 000 миль в секунду и более чем в миллион раз быстрее, чем пушечное ядро, летящее с наибольшей скоростью. Из открытий доктора Брэдли, касающихся абберрации звезд, следует, что свет исходит от этих тел со сходной, если не в точности одинаковой скоростью; так что свет солнца, планет, звезд и каждого светящегося тела во Вселенной распространяется с *одинаковой* скоростью.<sup>3</sup> Но, если скорость света так велика, можно спросить, почему он не ударяется обо все объекты с силой, равной его скорости? Если бы мельчайший песок был брошен в наши тела с сотой долей этой скорости, каждая крупинка пронзила бы нас так же верно, как самые острые и стремительные стрелы, выпущенные из лука. В механике существует принцип, согласно которому сила, с которой ударяются все тела, пропорциональна размеру этих тел или количеству вещества, которое они содержат, умноженному на скорость, с которой они движутся. Следовательно, если бы частицы света не были почти бесконечно малыми, они по необходимости оказались бы разрушительными в высшей степени. Если бы частица света была равна по размеру одной тысячной части маленькой песчинки, — предположим, что свет материален, — мы были бы не более способны противостоять ее силе, чем мы были бы способны противостоять силе песка, выпущенного в упор из жерла пушки. Каждый объект был бы разбит и продырявлен такой небесной артиллерией, пока наш мир не превратился бы в руины, а все живое существо не было бы уничтожено. И в этом проявлены мудрость и благожелательность Создателя, сделавшего частицы света настолько предельно малыми, что они в какой-то степени стали пропорциональны величине силы, с которой они приводятся в движение; в противном случае вся природа была бы повергнута в руины и замешательство, а огромные шары Вселенной разлетелись бы на атомы.

Помимо вышесказанного, у нас есть много доказательств того, что частицы света почти бесконечно малы. Мы находим, что они с легкостью проникают сквозь самые твердые вещества, такие как хрусталь, стекло, различные виды драгоценных камней и даже в сам алмаз, хотя и относящийся к числу самых твердых камней; ибо такие тела не могли бы быть прозрачными, если бы свет не находил легкого прохождения через их поры. Когда свеча зажигается на возвышении, в течение секунды или двух она заполняет светящимися частицами кубическое пространство (если не будет перерыва) на две мили вокруг нее во всех направлениях, прежде чем свеча потеряет наименее ощутимую часть своего вещества: то есть за короткое мгновение она заполняет частицами света сферу диаметром четыре мили, окружностью двенадцать с половиной миль и площадью тридцать три с половиной кубических мили; ибо глаз, помещенный в любую часть этого кубического пространства, будет воспринимать свет, излучаемый свечой. свеча. Было подсчитано, что количество частиц света, содержащихся в таком пространстве, не может быть меньше, чем *четыреста септиллионов* — число, которое в *шесть миллиардов* раз превышает количество песчинок, которое могло бы содержаться во всей земле, рассматриваемой как твердый шар, и предполагающей, что каждый ее кубический дюйм содержит десять сотен тысяч зерен. Такова непостижимая разреженность той субстанции, которая исходит от всех светящихся тел и которая придает красоту и величие вселенной! Это также может быть продемонстрировано следующим экспериментом. Сделайте небольшое отверстие для булавы в листе черной бумаги и держите бумагу вертикально лицом к ряду свечей, расположенных рядом друг с другом, а на небольшом расстоянии позади черной бумаги положите кусок белого картона. На этом картоне лучи, исходящие от всех свечей через маленькое отверстие в черной бумаге, будут образовывать

столько пятнышек света, сколько есть свечей, причем каждое пятнышко будет таким же чистым и отчетливым, как если бы было только одно пятнышко от одной свечи. Этот эксперимент показывает, что потоки света от разных свечей проходят через маленькое отверстие без путаницы, и, следовательно, частицы света чрезвычайно малы. По той же причине мы можем легко видеть через маленькое отверстие диаметром не более  $\frac{1}{100}$  дюйма небо, деревья, дома и почти все объекты обширного ландшафта, занимающего почти целое полушарие, свет от которых может проходить через это маленькое отверстие.

3. *Свет исходит во всех направлениях из каждой видимой точки светящихся тел.* Если мы поднесем лист бумаги к свече, или солнцу, или любому другому источнику света, мы обнаружим, что бумага светится, в каком бы положении мы ее ни держали, при условии, что свет не загораживается ее краем или каким-либо другим телом. Следовательно, где бы зритель ни находился по отношению к светящемуся телу, каждая точка той части его поверхности, которая обращена к нему, будет видна, когда никакой промежуточный объект не преграждает прохождение света. Отсюда также следует, что солнце освещает не только огромную плоскость, простирающуюся вдоль траекторий планет, от одной стороны орбиты Урана до другой, но и всю ту сферу, или твердое пространство, радиусом которого является расстояние до Урана. Диаметр этой сферы составляет три тысячи шестьсот миллионов миль, и, следовательно, она содержит около 24 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000, или двадцать четыре тысячи *квартиллионов* кубических миль, каждая точка огромного пространства которых заполнена солнечными лучами. Не только это, но и все кубическое пространство, которое находится между солнцем и ближайшими неподвижными звездами, более или менее освещено его лучами. Ибо на расстоянии Сириуса или любой другой ближайшей звезды солнце было бы видно, хотя и только как маленький мерцающий шар; и, следовательно, его лучи должны распространяться, какими бы слабыми они ни были, по самым отдаленным пространствам, откуда оно видно. Диаметр этой огромной сферы света не может быть меньше, чем *сорок миллиардов* миль, а ее твердое содержимое составляет 33 500 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000, или тридцать три тысячи пятьсот *секстиллионов* кубических миль. Все это необъятное и непостижимое пространство наполнено излучениями солнечного шара; ибо если бы глаз был направлен в какую-либо одну его точку, где не было бы постороннего тела, солнце было бы видно либо как большой светящийся шар, либо как маленькая мерцающая звезда. Но он может быть виден только по лучам, которые он испускает и которые попадают в органы зрения. Каким непостижимо огромным должно быть тогда количество лучей, исходящих во всех направлениях от этого светила, которое является источником нашего дня! Каждую звезду также следует рассматривать как излучающую бесчисленные потоки сияния на столь же обширном пространстве, так что невозможно представить себе ни одну точку во Вселенной, где царит абсолютная тьма, за исключением *внутренних* областей планетных тел.

4. *Воздействие света на глаз происходит не мгновенно, а продолжается в течение короткого промежутка времени.* Это может быть доказано и проиллюстрировано следующими примерами: —Если палку — или шар, связанный веревочкой, — вращать по кругу и придать ему определенную скорость, объект, казалось бы, заполнит весь круг, который он описывает. Если таким же быстрым образом раскрутить зажженную головешку, то получится полный круг света. Этот эксперимент, очевидно, показывает, что впечатление, производимое на глаз светом от шара или головешки — когда они находятся в любой данной точке круга, — достаточно продолжительно, чтобы оставаться до тех пор, пока они не опишут весь круг, и снова

возобновлять свое действие, так часто, как продолжается круговое движение. То же самое подтверждается следующими соображениями: —Мы постоянно закрываем глаза, *или моргаем*; и в течение того времени, пока наши глаза закрыты, в таких случаях мы потеряли бы из виду окружающие предметы, если бы впечатление света не продолжалось определенное время, пока веко закрывает зрачок; но опыт доказывает, что во время таких колебаний век свет от окружающих предметов ощутимо не перехватывается. Если мы некоторое время пристально смотрим на свет свечи, и особенно, если мы смотрим прямо на солнце, без каких—либо промежуточных средств, или если мы смотрим в течение длительного времени на это светило через телескоп с вставленным цветным стеклом, - во всех этих случаях, если мы закроем глаза сразу после просмотра таких объектов, мы все равно будем воспринимать слабое изображение объекта по впечатлению, которое его свет произвел на наши глаза.

Что касается *продолжительности* светового впечатления, было замечено, что зубья зубчатого колеса в часах все еще были видны последовательно, когда скорость вращения приводила к тому, что 246 зубьев проходили через заданную фиксированную точку за секунду. В этом случае ясно, что если бы отпечаток, производимый на глаз светом, отраженным от любого зуба, сохранялся без заметного уменьшения в течение 246 долей секунды, зубы образовали бы одну непрерывную линию, потому что на месте внутреннего зуба постоянно появлялся бы новый, прежде чем его изображение могло бы исчезнуть. Если вращать раскаленный уголь, то можно заметить, что световой круг завершен, когда вращение выполняется за  $(8\frac{1}{2})/60$ -ю долю секунды. В этом случае мы видим, что впечатление было гораздо более стойким, чем в первом. Наконец, если наблюдатель, сидящий в комнате, направит свой взгляд через окно на какой-либо конкретный объект за дверью примерно на полминуты, а затем закроет глаза и прикроет их руками, он все равно продолжит видеть окно вместе с очертаниями земных объектов, граничащих с небом. Это явление будет сохраняться около минуты, хотя иногда оно исчезает и меняет цвет таким образом, что краткость не позволяет нам подробно описывать его. Из этих фактов мы имеем право заключить, что все впечатления от света, воздействующие на глаз, длятся значительное время, что самые яркие объекты производят наиболее стойкие впечатления; и что, если объект очень яркий или глаз слаб, впечатление может оставаться в течение некоторого времени настолько сильным, что смешается с последующими впечатлениями, производимыми другими объектами, и спутает их. В последнем случае говорят, что глаз *ослеплен светом*".<sup>4</sup>

Следующий эксперимент также был предложен в качестве доказательства впечатления, которое свет производит на глаз. Если заставить карточку, на обеих сторонах которой нарисована фигура, например, птица и клетка, быстро вращаться по прямой, которая делит ее симметрично, глаз будет воспринимать обе фигуры одновременно, при условии, что они последовательно возвращаются на одно и то же место. М. Д'Арси путем различных экспериментов установил, что в целом впечатление, производимое светом на глаз, длится около *восьмой доли секунды*. М. Плато из Брюсселя обнаружил, что впечатление от различных цветов сохранялось в течение следующих периодов; указанные здесь числа представляют собой десятичные доли секунды. на секунду. *Пламя*, 0,242 или почти четверть секунды; *горящий уголь*, 0,229; *Белый*, 0,182 или чуть более одной шестой секунды; *Синий*, 0,186; *Желтый*, 0,173; *Красный*, 0,184.

5. *Свет*, хотя и чрезвычайно мал, должен обладать определенной степенью силы или импульса. Чтобы доказать это, покойный изобретательный мистер Митчелл провел следующий

эксперимент. Он соорудил небольшой флюгер в форме обычного флюгера из *очень тонкой* медной пластины площадью около квадратного дюйма, прикрепленной к одной из тончайших струн клавесина длиной около десяти дюймов и хорошо уравновешенной на другом конце проволоки крупинкой очень мелкой дроби. Инструмент также прикрепил к нему посередине, под прямым углом к длине проволоки и в горизонтальном направлении, маленький кусочек очень тонкой швейной иглы, длиной около полудюйма, которая была сделана магнитной. В таком состоянии весь инструмент может весить около десяти гран. Лопасть поддерживалась на манер стрелки в морском компасе, так что она могла поворачиваться с наибольшей легкостью; а чтобы на нее не влияли колебания воздуха, она была заключена в стеклянный футляр или коробку. Затем солнечные лучи падали на широкую часть лопасти или медной пластины из вогнутого зеркала диаметром около двух футов, которые, проходя через переднее стекло коробки, собирались в фокусе зеркала на медной пластине. Вследствие этого пластинка начала медленно перемещаться примерно на дюйм за секунду, пока не прошла расстояние примерно в два с половиной дюйма, когда ударилась о заднюю стенку коробки. Когда зеркало было снято, инструмент вернулся в свое прежнее положение, и когда на него снова упали солнечные лучи, он снова пришел в движение и, как и прежде, ударился о заднюю стенку ящика. Это повторилось три или четыре раза с тем же успехом.

На основании приведенного выше эксперимента был основан следующий расчет: если мы приписываем движение, произведенное в этом эксперименте, импульсу лучей света и предположим, что инструмент весил десять гран и развивал скорость один дюйм в секунду, мы обнаружим, что количество вещества, содержащегося в лучах, падающих на инструмент, за это время составило не более одной двенадцатисотмиллионной доли грана, при этом скорость света превышает скорость одного дюйма в секунду примерно в пропорции 12 000 000 000 к 1. Свет в этом эксперименте был собран с поверхности площадью около трех квадратных футов, которая отражает лишь около половины того, что на нее падает, количество вещества, содержащегося в лучах солнца, падающих на полтора фута поверхности за одну секунду, должно составлять не более одной тысячной миллионной доли крупинки. Но плотность лучей света у поверхности солнца больше, чем у Земли, в соотношении 45 000 к 1; следовательно, с одного квадратного фута поверхности солнца должно исходить за одну секунду времени, чтобы восполнить световыми отходами  $\frac{1}{45\,000}$ -ю часть зерна вещества, то есть чуть более двух зерен в день, или около 4 752 000 зерен, или 670 фунтов сухого остатка, почти за 6000 лет количество, которое сократило бы продолжительность жизни солнца. диаметр не более десяти футов, если бы он был сформирован только из плотности воды.

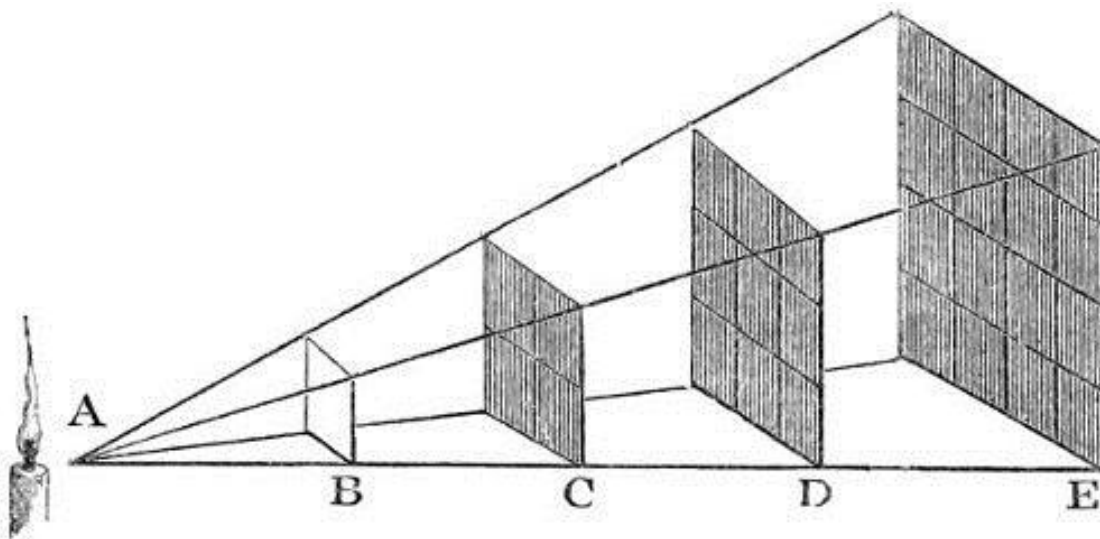
Если считать, что приведенный выше эксперимент был точно выполнен, и если расчеты, основанные на нем, верны, то, по-видимому, не может быть оснований опасаться, что солнце когда-либо может ощутимо уменьшиться из-за огромного и непрекращающегося излучения, исходящего от его тела, исходя из предположения, что свет является материальной эманацией. Ибо диаметр солнца составляет не менее 880 000 миль; и, прежде чем этот диаметр мог бы быть сокращен за счет излучения света на одну английскую милю, потребовалось бы три миллиона сто шестьдесят восемь тысяч лет, согласно приведенной сейчас норме; и, прежде чем его можно было бы сократить на десять миль, потребовался бы период свыше тридцати одного миллиона лет. И хотя солнце, таким образом, фактически уменьшилось бы, это не произвело бы никакого ощутимого эффекта или расстройств во всей планетной системе. У нас нет оснований полагать, что система, в ее *нынешнем состоянии и устройстве*, была предназначена для того, чтобы существовать вечно, и прежде чем это светило могло быть настолько уменьшено во время



оборотов вечности, что в системе могли возникнуть какие-либо нарушения, рукой Премудрого и Всемогущего Создателя могли быть введены новые устройства и модификации. Кроме того, не исключено, что установлена система средств, с помощью которых солнце и все светила во Вселенной получают обратно часть света, который они постоянно излучают, либо от планет, от поверхностей которых он отражается, либо от миллионов звезд, лучи которых постоянно пересекают необъятные пространства мироздания, либо из каких-то других неизвестных нам источников.

6. *Интенсивность света уменьшается пропорционально квадрату расстояния от светящегося тела.* Таким образом, человек, находящийся на расстоянии двух футов от свечи, получает только четвертую часть того света, который был бы у него на расстоянии одного фута, на расстоянии трех футов - девятую часть, на расстоянии четырех футов - шестнадцатую часть, на расстоянии пяти футов - двадцать пятую часть, и так далее для других расстояний. Следовательно, свет, получаемый планетами Солнечной системы, уменьшается пропорционально квадратам расстояний этих тел от солнца. Это можно проиллюстрировать следующим рисунком,

Рисунок 1.



Предположим, что свет, исходящий из точки A и проходящий через квадратное отверстие B, попадает на плоскость C, параллельную плоскости отверстия, или пусть фигуру C рассматривают как тень от плоскости B. Когда расстояние C вдвое больше B, длина и ширина тени C будут вдвое больше длины и ширины плоскости B и вчетверо больше, когда AD втрое больше AB, и так далее, что может быть легко рассмотрено при свете свечи, помещенной в A. Следовательно, поверхность тени C на расстоянии AC, удвоенном от AB, делится на четыре квадрата, а на тройном расстоянии - на девять квадратов, в отдельности равных квадрату B, как показано на рисунке. Таким образом, свет, падающий на плоскость B, которой позволено пройти вдвое большее расстояние, будет равномерно распределен на вчетверо большем пространстве и, следовательно, будет вчетверо тоньше в каждой части этого пространства. И на тройном расстоянии он будет в девять раз тоньше, а на четверном - в шестнадцать раз тоньше, чем был вначале. Следовательно, количества этого разреженного света, попадающего на поверхность любого данного размера и формы при последовательном удалении на эти



несколько расстояний, будут составлять лишь одну четвертую, одну девятую, одну шестнадцатую от всего количества, принимаемого им на первом расстоянии АВ.

В соответствии с этим законом относительное количество света на поверхностях планет может быть легко определено, если известны их расстояния от солнца. Таким образом, расстояние Урана от солнца составляет 1 800 000 000 миль, что примерно в девятнадцать раз больше расстояния Земли от того же светила. Квадрат числа 19 равен 361; следовательно, на землю падает в 361 раз больше света по сравнению с Ураном; другими словами, на эту далекую планету падает только  $\frac{1}{361}$  часть количества света, падающего на землю. Это количество, однако, эквивалентно свету, которым мы должны наслаждаться от объединенного сияния 348 полных лун; и если зрачки глаз жителей этой планеты намного больше наших, а *сетчатка* глаза наделена гораздо большей степенью нервной чувствительности, они могут воспринимать объекты с такой же степенью великолепия, какую мы воспринимаем на объектах, окружающих нас в этом мире. Следуя тому же принципу, мы обнаруживаем, что количество света, которым наслаждается планета Меркурий, почти в семь раз больше, чем на Земле, а на Венере — почти в два раза больше, чем мы наслаждаемся, что на Марс приходится меньше половины, на Юпитер — одна двадцать седьмая часть, а на Сатурн — только одна девяностая часть света, падающего на Землю. То, что свет этих далеких планет, однако, не так слаб, как мы могли бы сначала представить, видно из яркости, которую они демонстрируют при наблюдении в нашем ночном небе либо в телескоп, либо без посторонней помощи, а также из обстоятельства, что очень небольшая часть Солнца — например, одна сороковая или одна пятидесятая часть — рассеивает количество света, достаточное для большинства жизненных целей, как это наблюдается в случае полных затмений Солнца, когда его западная оконечность начинает быть видна только как тонкая светящаяся нить, ибо его свет тогда становится слабым. достаточно для того, чтобы сделать отчетливо видимыми все части окружающего ландшафта.

*7. Именно благодаря свету, отраженному от непрозрачных тел, большинство объектов вокруг нас становятся видимыми.* Когда в темную комнату приносят зажженную свечу, становится видимой не только свеча, но и все другие тела в комнате. Лучи солнца, проходя в темную комнату, освещают лист бумаги, на который они падают, а этот лист, в свою очередь, в определенной степени освещает всю квартиру и делает видимыми находящиеся в ней предметы, пока на него падают солнечные лучи. Подобным же образом луна и планеты являются непрозрачными телами, но солнечный свет, падающий на них и отражающийся от их поверхностей, делает их видимыми. Если бы на них не падал солнечный свет или если бы они не были наделены способностью отражать его, они были бы совершенно невидимы для нашего зрения. Когда луна встает между нами и солнцем, как при полном затмении этого светила, поскольку солнечный свет не отражается от поверхности рядом с землей, она невидима — только изгиб или очертания ее фигуры различаются по ее тени. В этом случае, однако, определенная часть отраженного света присутствует на лунном полушарии рядом с землей, хотя и не различима во время солнечного затмения. Земля освещается солнцем, и часть лучей, падающих на нее, отражается на темном полушарии Луны, которое в это время обращено к земле. Этот отраженный от земли свет отчетливо заметен, когда луна появляется в виде тонкого полумесяца, через два или три дня после новолуния — когда земля отражает свой свет обратно на Луну точно так же, как полная луна отражает свой свет на землю. Следовательно, даже в этот период луны нам становится видно все ее лицо, но его свет неравномерен и не имеет одинаковой интенсивности. Тонкий полумесяц, на который падает полное сияние солнечного света, очень яркий и виден отчетливо, в то время как другая часть, на которую падает лишь

сравнительно слабый свет с земли, кажется очень слабой и видна лишь немногим больше, чем невооруженным глазом, но в телескоп средней мощности, — если атмосфера очень прозрачная — он выглядит прекрасно различимым, так что можно различить взаимное расположение многих лунных пятен.

Интенсивность отраженного света очень мала по сравнению с тем, который исходит непосредственно от светящихся тел. М. Буге, французский философ, который провел множество экспериментов, чтобы установить долю света, излучаемого небесными телами, на основе этих экспериментов пришел к выводу, что свет, проходящий от солнца к земле, по крайней мере в 300 000 раз больше того, который нисходит к нам от полной луны, и что из 300 000 лучей, которые получает Луна, от 170 000 до 200 000 поглощаются. Следовательно, мы обнаруживаем, что какой бы яркой луна ни казалась ночью, днем она кажется такой же неясной, как небольшой участок темного облака, к которому она случайно примыкает, и отражает не больше света, чем участок беловатого облака того же размера. А поскольку полная луна заполняет лишь девяностотысячную часть неба, потребовалось бы по меньшей мере девяносто тысяч лун, чтобы излучать столько света, сколько мы наслаждаемся днем под облачным небом.

Подобно тому, как луна и планеты становятся видимыми для нас только благодаря свету, отраженному от их поверхностей, точно так же изображения большинства окружающих нас объектов передаются нашим органам зрения. Мы созерцаем все объекты, составляющие обширный ландшафт, — холмы и долины, леса и лужайки, озера и реки, а также жилища человека — благодаря способности, которой они наделены, посылать в глаз отраженные лучи из каждой точки своей поверхности и во всех направлениях. В связи с отражением света можно высказать следующее любопытное наблюдение. Барон Функ, посетивший несколько серебряных рудников в Швеции, заметил, что 'в ясный день в глубине ямы было темно, как смола, на глубине шестидесяти или семидесяти морских саженей; тогда как в пасмурный или дождливый день он мог видеть и читать даже на глубине 106 морских саженей. Расспросив рудокопов, он узнал, что так бывает всегда; и, поразмыслив над этим, он вообразил, что это произошло из—за того обстоятельства, что, когда атмосфера полна облаков, свет отражается от них в шахту во всех направлениях, и что, таким образом, значительная часть лучей отражается перпендикулярно земле; тогда как, когда атмосфера ясная, нет непрозрачных тел, которые отражали бы свет таким образом, по крайней мере, в достаточном количестве; и лучи от самого солнца никогда не могут падать перпендикулярно в этой стране ". - Указанная здесь причина, по всей вероятности, в том, что в этой стране нет непрозрачных тел, которые отражали бы свет таким образом. истинная причина описанного сейчас явления.

8. Некоторые философы предполагают, что *свет подчиняется тем же законам притяжения, которые управляют всеми другими материальными субстанциями* — и что он *впитывается и образует составную часть определенных тел*. Это было выведено из феномена болонского камня того, что обычно называют *солнечным фосфоритом*. Болонский камень был впервые обнаружен около 1680 года Леаскариоло, сапожником из Болоньи. Собрав вместе несколько камней блестящего вида на дне Монте-Патерно и находясь в поисках какого-то алхимического секрета, он поместил их в тигель, чтобы прокалить, то есть довести до состояния золы. Вынув их из тигля и подвергнув воздействию солнечного света, он впоследствии перенес их в темное место, где, к своему удивлению, заметил, что они обладают способностью к самоосвещению и продолжали излучать слабые лучи света в течение нескольких часов после этого. Вследствие этого открытия болонский шпат стал пользоваться значительным спросом среди

натурфилософов и любознательных в целом; и наилучший способ его приготовления, по-видимому, был изобретен семьей Загони, которая снабжала всю Европу болонским фосфором, пока открытие более мощных фосфорсодержащих веществ не положило конец их монополии.— В 1677 году Болдуин, уроженец Миснии, заметил, что мел, растворенный в aqua-fortis, в точности напоминает болонский камень по своему свойству поглощать свет и испускать его после того, как его поместили в темноту; отсюда и название фосфора Болдуина.

В 1730 году г-н дю Фэй обратил свое внимание на этот предмет и заметил, что все землистые вещества, поддающиеся прокаливанию либо простым огнем, либо при предварительном воздействии азотистой кислоты, обладают свойством становиться более или менее светящимися при прокаливании и кратковременном воздействии света - что наиболее совершенными из этих фосфоритов были известняки и другие виды газированной извести, гипс и особенно топаз, и что было также замечено, что некоторые алмазы светились при простом воздействии солнечных лучей. Некоторое время спустя Беккариа обнаружил, что под воздействием простого солнечного света в фосфор превращаются самые разнообразные другие вещества, такие как органические остатки животных, большинство сложных солей, селитра и бура - все мучнистые и маслянистые семена растительных веществ, все камеди и некоторые смолы — белая древесина и растительные волокна в виде бумаги или льна; также крахмал и хлебный сахар оказались хорошими фосфористами после тщательной сушки и воздействия прямых лучей солнца. Некоторые вещества животного происхождения при аналогичной обработке также превращались в фосфор; в частности, кости, сухожилия, клей, волосы, рога, копыта, перья и рыбы раковины. То же свойство было передано горному хрусталу и некоторым другим драгоценным камням путем трения их друг о друга, чтобы придать шероховатость их поверхности, а затем помещения их на несколько минут в фокус линзы, с помощью которой на них концентрировались лучи света, при этом они также умеренно нагревались.

В 1768 году мистер Кантон сообщил несколько важных фактов, касающихся солнечного фосфора, и сообщил метод получения очень мощного фосфора, который в честь изобретателя обычно называют *фосфором Кантона*. Он утверждает, что его фосфор, заключенный в стеклянную колбу и герметично закупоренный, сохраняет свое свойство светиться по крайней мере в течение четырех лет без какого-либо видимого снижения активности. Также было обнаружено, что если обычный коробчатый утюжок для разглаживания, нагретый обычным способом, поместить на полминуты на лист сухой белой бумаги, затем подвергнуть бумагу воздействию света, а затем осмотреть в темном шкафу, то обнаружится, что вся бумага будет светиться, однако та часть, на которой стоял утюг, будет блестеть гораздо ярче, чем остальная.

Из приведенных выше фактов следует, что определенные тела обладают способностью поглощать свет и снова излучать его при определенных обстоятельствах, и что эта способность может сохраняться в течение значительного периода времени. Замечено, что свет, испускаемый такими телами, имеет аналогию с тем, который они впитали. В общем, освещенный фосфор красноватый; но когда к нему был допущен только слабый свет или когда он проходил через листы белой бумаги, излучаемый свет был бледным или беловатым.—М-р Морган в семьдесят пятом томе "Философских трудов" довольно подробно рассматривает тему света; и в качестве основы для своих рассуждений он принимает следующие данные: 1. Что свет является телом и, как и все другие, подчиняется законам притяжения. 2. Что свет - это неоднородное тело; и что одна и та же сила притяжения действует с разной степенью силы на

разные его части. Точно так же сэр Исаак Ньютон относил к принципу притяжения самые необычные явления света, преломления и перегиба. Он также попытался показать, что свет подчиняется закону не только притяжения, но и отталкивания, поскольку он отталкивается или отражается от определенных тел. Если допустить такие принципы, то весьма вероятно, что фосфоресцирующие тела, на которые мы ссылались, обладают способностью притягивать или поглощать субстанцию света и удерживать или отдавать его при определенных обстоятельствах, и что материя света включена, по крайней мере, в поверхность таких тел. Но по этому вопросу, как и по многим другим, среди философов существуют разные мнения.<sup>5</sup>

9. Установлено, что свет оказывает замечательное воздействие на растения, цветы и другие овощные культуры. Из всех явлений, которые проявляют живые растения, немногие кажутся более необычными, чем энергия и постоянство, с которыми их стебли наклоняются к свету. Большинство круглых цветов следуют за солнцем в его движении. Они сопровождают его на вечерний покой и встречают его восходящее сияние утром по тому же безошибочному закону. Они раскрывают свои цветы при приближении этого светила; они следуют его курсу, поворачиваясь на своих стеблях, и закрывают их, как только он исчезает. Если растение также запереть в темной комнате, а затем открыть небольшое отверстие, через которое может проникать солнечный свет, растение повернется к этому отверстию и даже изменит свою форму, чтобы приблизиться к нему; так что, хотя раньше оно было прямым, со временем оно изогнется, чтобы приблизиться к свету. Овощи, помещенные в помещения, где они получают свет только в одном направлении, всегда вытягиваются в этом направлении. Если они получают свет в двух направлениях, они направляются в то, которое является наиболее сильным. Растение таким образом жаждет не *тепла* а *света* солнца; ибо, хотя в комнате поддерживается огонь, способный давать гораздо более сильное тепло, чем солнце, растение отвернется от огня, чтобы насладиться солнечным светом. Деревья, растущие в густых лесах, где они получают свет только сверху, почти всегда направляют свои побеги вверх и поэтому становятся намного выше и менее раскидистыми, чем одиночные.

Также установлено, что *зеленый* цвет растений зависит от того, что на них попадает солнечный свет; ибо без влияния солнечного света они всегда имеют *белый* цвет. Экспериментально установлено, что если растение, выращенное в темноте, подвергнуть воздействию дневного света, то через два-три дня оно приобретет зеленый цвет, заметно сходный с зеленым цветом растений, выросших при открытом дневном освещении. Если мы выставим на свет одну часть растения, будь то лист или ветка, только эта часть станет зеленой. Если мы покроем какую-либо часть листа непрозрачным веществом, это место останется белым, в то время как остальная часть станет зеленой. Белизна внутренних листьев капусты является частичным следствием той же причины, и легко можно привести множество других примеров того же рода. У мсье Декандоля, который, по-видимому, уделял этому вопросу особое внимание, есть следующие замечания: 'Несомненно, что между белым состоянием растений, вегетирующих в темноте, и полной зеленью существуют все возможные промежуточные степени, определяемые интенсивностью освещения. В этом каждый может легко убедиться, обратив внимание на окраску растения, выставленного на полное дневное освещение; оно последовательно демонстрирует все степени зелени. Я уже наблюдал то же явление, но особым образом, подвергая растения, выращенные в темноте, воздействию света ламп. В этих экспериментах я не только наблюдал, как цвет загорается постепенно, в зависимости от продолжительности воздействия света; но и убедился, что определенная интенсивность постоянного освещения никогда не придает растению более определенной степени окраски. Тот же факт легко

обнаруживается в природе, когда мы исследуем растения, растущие под навесом или в лесах, или когда мы последовательно исследуем состояние листьев, образующих кочаны капусты".<sup>6</sup>

Аналогичным образом обнаружено, что *потоотделение* овощей увеличивается или уменьшается в определенной степени в зависимости от степени *освещенности* которая падает на них. Эксперименты м-ра П. Миллера и других доказывают, что растения равномерно потеют больше всего в полдень, хотя температура воздуха, в котором они находятся, должна быть неизменной. М. Геттард также сообщает нам, что у растения, подвергнутого воздействию солнечных лучей, потоотделение усиливается в гораздо большей степени, чем если бы оно подвергалось такому же воздействию тепла в тени. Аналогичным образом обнаружено, что овощи обязаны свету своим запахом, вкусом, горючестью, зрелостью и смолистостью, которые в равной степени зависят от этой жидкости. Ароматические вещества, смолы и эфирные масла являются продуктом южного климата, где свет более чистый, постоянный и интенсивный. Короче говоря, еще одним замечательным свойством света для растительного мира является то, что, когда овощи подвергаются воздействию открытого дневного света или солнечных лучей, они выделяют газообразный кислород или жизненно важный воздух. Было доказано, что при создании этого эффекта солнце не действует как нагревающее тело. Выделение газа определяется светом: таким образом, чистый воздух отделяется под действием света, и действие усиливается, поскольку свет более яркий. Посредством этого непрерывного выброса жизненного воздуха Всемогуший непрерывно очищает атмосферу и восполняет потерю чистого воздуха, вызванную дыханием, горением, брожением, гниением и многочисленными другими процессами, которые имеют тенденцию загрязнять эту жидкость, столь необходимую для жизнедеятельности и комфорта животных; так что, таким образом, с помощью света всегда поддерживается должное равновесие между составными частями атмосферы.

В связи с этим предметом можно отметить следующее любопытное явление, о котором рассказал М. Хаггерн, преподаватель естественной истории в Швеции. Однажды вечером он заметил слабую вспышку света, несколько раз вырвавшуюся из ноготков. Удивленный таким необычным видом, он решил внимательно осмотреть его; и, чтобы убедиться, что это не обман зрения, он поставил рядом с собой человека, приказав подать сигнал в тот момент, когда он заметит свет. Они оба видели это постоянно в один и тот же момент. Свет был наиболее ярким на ноготках оранжевого или огненного цвета, но едва заметным на бледных. Вспышку часто наблюдали на одном и том же цветке два или три раза подряд; но чаще всего с интервалом в несколько минут; и когда несколько цветков в одном и том же месте излучали свой свет вместе, это можно было наблюдать на значительном расстоянии. Это явление наблюдалось в июле и августе на закате солнца и в течение полудня, когда атмосфера была ясной; но после дождливого дня или когда воздух был насыщен парами, ничего подобного не было видно. Следующие цветы излучали более или менее яркие вспышки в таком порядке: -1. Бархатцы, 2. Монашеский капюшон, 3. Оранжевая лилия, 4. Индийский розовый. Относительно *причины* этого явления могут быть разные мнения. Исходя из скорости вспышки и других обстоятельств, можно предположить, что в создании этого внешнего вида замешано электричество. М. Хаггерн, после наблюдения вспышки оранжевой лилии, пыльники которой находятся на значительном расстоянии от лепестков, обнаружил, что свет исходил только от лепестков; отсюда он заключает, что это электрическое свечение вызвано пылью, которая, отлетая, осыпается на лепестки. Но, возможно, истинную причину этого еще предстоит выяснить.

10. Предполагалось, что свет оказывает определенное влияние на РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКА? —М. Паролетт в длинной статье в 'Физическом журнале', том 68, которая скопирована в 'Философском журнале Николсона', том 25, стр. 28-39, — предложил множество замечаний и подробно описал ряд экспериментов по этому предмету. Автор указывает на следующие обстоятельства, которые наводят на мысль о связи между светом и звуком. 'В 1803 году я жил в Париже, и, поскольку я привык вставать засветло, чтобы закончить работу, над которой я уже давно работал, меня часто беспокоил шум экипажей, поскольку мои окна выходили на одну из самых оживленных улиц этого города. Это обстоятельство, которое каждое утро мешало мне заниматься, привело меня к замечанию, что наступление рассвета особым образом влияло на распространение звука: из тусклого и глубокого, каким он был до наступления дня, он, как мне показалось, приобретал более звонкую остроту в период, который следовал за рассеиванием темноты. Скрип колес, казалось, возвещал о трении каких-то веществ, ставших более эластичными; и мое ухо, прислушиваясь к нему, уловило, что эта разница уменьшается по мере того, как звук колес смешивался со звуком, возбуждаемым шумом предметов, нарушающих свое ночное безмолвие. Пораженный этим наблюдением, я попытался выяснить, не обманули ли мои слухи какие-то конкретные причины. Я несколько раз вставал засветло только с этой целью и каждый раз подтверждался в своем подозрении, что свет, должно быть, оказывает особое влияние на распространение звука. Это изменение, однако, в способе, которым воздух издавал звуки, могло быть результатом возбуждения атмосферы, вызванного разрежением, вызванным присутствием солнца; но расположение моих окон и обычное направление утреннего бриза опровергали этот аргумент ".

Затем автор переходит к описанию очень тонкого инструмента и различных устройств для измерения распространения и интенсивности звука, а также различных экспериментов как в темноте, так и при дневном свете, а также при различных изменениях атмосферы, которые были проведены с помощью его аппарата — все это имело тенденцию доказывать, что свет оказывает ощутимое влияние на распространение звука. Но детали этих экспериментов и некоторые их результаты были бы слишком утомительными, чтобы приводить их здесь.— Ночь обычно считалась более благоприятной для передачи звука, чем день. 'В том, что это так (говорит Паролетт) в отношении наших ушей, сомневаться не приходится; но это ничего не доказывает против моего мнения. Ночью мы слышим лучше из-за тишины, и это всегда способствует этому, в то время как шум ветра, благоприятствующий распространению звука, может препятствовать тому, чтобы звук был услышан.' В отношении причины, которая производит указанное теперь следствие, он предлагает следующие вопросы. "Является ли атмосферный воздух более плотным при появлении света, чем в темноте?" Является ли эта большая плотность воздуха или эластичной жидкости, которая способствует распространению звука, следствием того, что воздушная субстанция поддерживается в таком состоянии с помощью света?' В целом он склонен заключить, что рассматриваемый эффект обусловлен действием света на кислород атмосферы, поскольку экспериментально установлено, что газообразный кислород лучше всего подходит для передачи звука.

Наш автор завершает свое сообщение следующими замечаниями: 'Скорость света в 900 000 раз выше скорости звука. Независимо от того, исходит ли она от солнца и достигает ли нашей земли, или действует посредством вибраций, возбуждающих частицы жидкости особой природы, частицы этой жидкости должны быть чрезвычайно легкими, эластичными и активными. Мне также не кажется неразумным приписывать механическому действию этих частиц, приводимых в движение солнцем, эффекты, которые его присутствие вызывает в

вибрациях, исходящих от звучащих тел. Чем глубже мы исследуем теорию света, тем больше мы должны понимать, что силы, приводящие в движение Вселенную, заключены в незаметных частицах тел; и что великие результаты природы представляют собой всего лишь совокупность порядка действий, происходящих в ее бесконечно малых частях; следовательно, мы не можем провести серию экспериментов, более интересных, чем те, которые направлены на развитие свойств света. Наши органы чувств настолько непосредственно связаны с просветляющим нас флюидом, что представление о способе действия этого флюида представляется нашему уму как надежда на поразительный прогресс в познании того, что составляет органический механизм нашей жизни и жизни существ, которые близко следуют рангу, присвоенному человеческому виду".

---

Таково краткое описание некоторых ведущих свойств света. Из всех объектов, которые предстают перед философским и созерцательным умом, свет - один из самых благородных и интересных. Действие, которое он оказывает на все комбинации материи, его чрезвычайная делимость, быстрота его распространения, открываемые им возвышенные чудеса и роль, которую он выполняет в том, что составляет жизнь органических существ, побуждают нас рассматривать его как субстанцию, играющую первую роль в хозяйстве природы. Невозможно в достаточной степени восхититься магической силой, которую это излучение с небес оказывает на наши органы зрения, открывая нашему взору величественное зрелище Вселенной. Его сила не ограничивается органами зрения; все наши чувства в большей или меньшей степени подвержены действию света, и все объекты в этом низшем творении — будь то в животном, растительном или минеральном царствах — в определенной степени восприимчивы к его влиянию. Наш земной шар кажется немногим большим, чем скоплением земных материалов, внесенных в бескрайний океан *солнечного света*, как театр, на котором он может демонстрировать свою неистощимую силу и энергичность и придавать оживление, красоту и возвышенность каждой окружающей сцене — и регулировать все силы природы, и подчинять их целям, для которых они были предназначены. Эта элементарная субстанция кажется универсальной в своих движениях и в своем влиянии. Она нисходит к нам с солнечной сферы. Он пролетает сквозь пустоты космоса на протяжении девяноста пяти миллионов миль, пока не достигает окраины нашего земного шара; он свободно проходит сквозь окружающую атмосферу, ударяется о облака и отражается ими; он освещает горы, долины, леса, реки, моря и все творения растительного царства и украшает их бесчисленным набором цветов. Он рассеивает свои лучи от одного конца творения к другому, распространяясь по всем сферам вселенной. Он летает без перерыва от звезды к звезде и от солнц к планетам по всей безграничной сфере необъятности, образуя связующую цепь и средство связи между всеми мирами и существами в пределах обширной империи Всемогущества.

Когда говорится, что солнце “правит днем”, подразумевается, что оно действует как наместник Всемогущего, который наделил его механической силой дарить свет, жизнь и движение всем существам, способным получать впечатления от его сияния. Как слуга своего создателя, он раздает бесчисленные благословения всем племенам разумного существования. Когда утром его лучи озаряют небо на востоке, вся природа оживляется его присутствием. Когда он опускается за западный горизонт, цветы вянут, птицы возвращаются в свои гнезда, и на ландшафт мира опускается покров тьмы. Когда он приближается к весеннему равноденствию, животные и растительные племена оживают, и природа приобретает новый, улыбающийся вид.



Когда он склоняется к зимнему солнцестоянию, наступают уныние и запустение, и среди племен растительного мира наступает временная смерть. Это великолепное светило, чей свет украшает все это низшее творение, образует наиболее живое изображение Того, кто является источником и центром всей красоты и совершенства. “Бог есть солнце”, солнце нравственной и духовной вселенной, от которого исходят все эманации знания, любви и счастья. “Он покрывает себя светом, как одеждой”. и “обитает в свете, недоступном и исполненном славы”. Блаженство и наслаждения будущего мира обозначаются идеями *света* и *славы*. “Слава Божья просвещает небесный град”, его жители представлены как “святые, во свете”, провозглашается, что “их солнце больше не зайдет” и что “Господь Бог есть их вечный свет”. Таким образом, этот свет не только ободряет и оживляет все существа во всем материальном творении, но и является символом Вечного Разума и всего того, что восхитительно и увлекательно в сценах благословенного бессмертия.

В образовании света и благотворных эффектах, которые он производит, отчетливо проявляются мудрость и благодать Всемогущего. Без лучей солнца и влияния света, чем были все царства этого мира, как не ничем не примечательным хаосом и множеством темниц тьмы? Напрасно мы должны вращать глазами, чтобы увидеть среди вселенского мрака цветущие поля, зеленые равнины, текущие ручьи, обширный океан, ярко идущую луну, планеты на своих курсах или бесчисленное множество звезд. Все было бы потеряно для глаз человека, и “чернота тьмы” окружала бы его навсегда. И с какой мудростью все было устроено в соответствии с движением и малостью света? Если бы он мог трансформироваться в твердую субстанцию и сохранять свою нынешнюю скорость, он образовал бы самый ужасный элемент в природе и произвел бы всеобщий ужас и разрушение по всей вселенной. То, что это не невозможно и может быть легко осуществлено рукой Всемогущего, видно из таких веществ, как фосфор, где свет, как предполагается, сосредоточен в твердом состоянии. Но во всех своих действиях и эффектах, поскольку сейчас им руководят безошибочная мудрость и милосердие, оно проявляет себя как наиболее благоприятный и восхитительный элемент, связанный с устройством материальной системы, распространяя великолепие и блаженство везде, где распространяется его влияние.

## ГЛАВА II.

### О ПРЕЛОМЛЕНИИ СВЕТА.

Преломление - это отклонение лучей света от их естественного направления.

Неизменно обнаруживается, что свет, исходящий от светящегося тела, не отражаясь от какого—либо непрозрачного вещества и не отклоняясь при прохождении вблизи него, распространяется по прямым линиям без малейших отклонений. Но если ему случается переходить наискось от одной среды к другой, он всегда оставляет прежнее направление и принимает новое. Это изменение направления, или *изгиб* лучей света, называется *преломлением* — термин, который, вероятно, произошел от изломанного вида, который имеет посох или длинный шест, когда его часть погружена в воду, — слово, происходящее от латинского *frango*, буквально означающего *ломку* или *изгиб*.

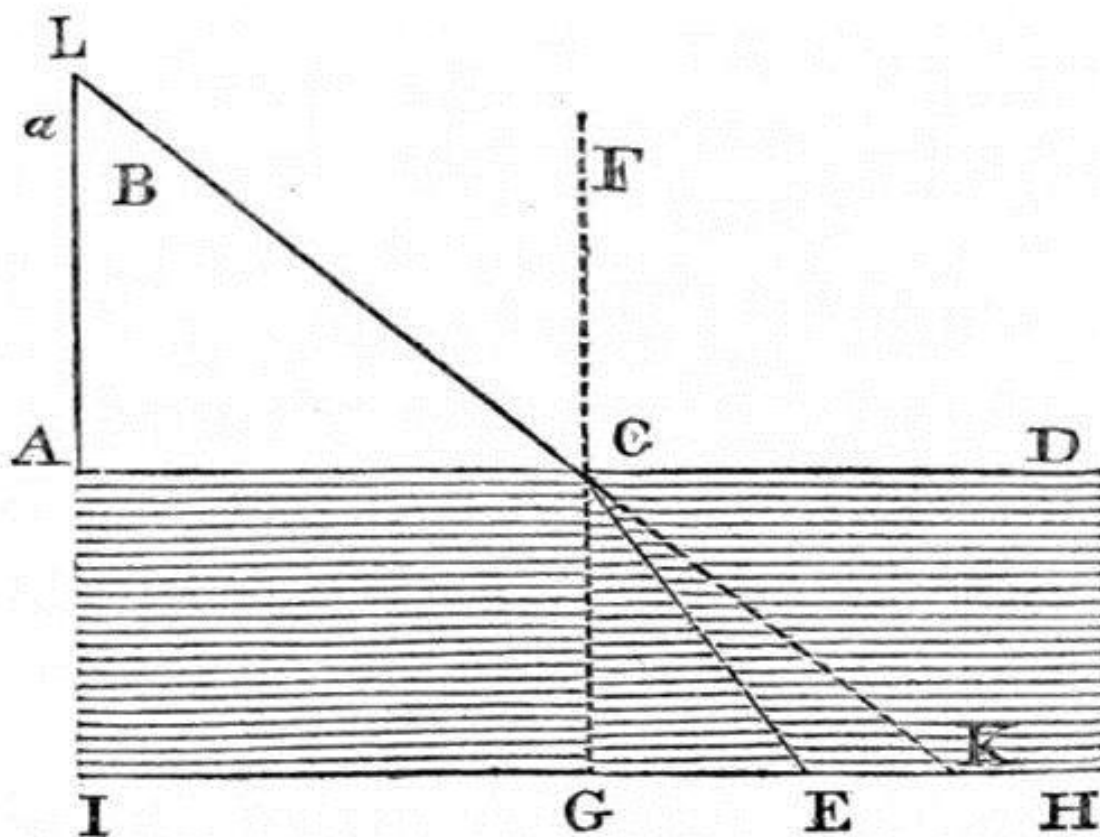
Когда свет таким образом преломляется или принимает новое направление, он затем неизменно движется по прямой до тех пор, пока не встретится с другой средой, [7](#) когда он снова отклоняется от своего курса. Следует, однако, заметить, что, хотя мы можем с помощью этого средства заставить лучи света совершать любое количество углов в своем движении, для нас

невозможно заставить их описывать кривую, за исключением одного единственного случая, а именно, когда они проходят через среду, плотность которой либо равномерно увеличивается, либо уменьшается. Так обстоит дело со светом небесных тел, который проходит вниз через нашу атмосферу, а также с тем, который отражается через нее вверх земными объектами. В обоих этих случаях она описывает кривую гиперболического типа; но во всех остальных случаях она проходит по прямым линиям или по тому, что можно принять за прямые линии, без какой-либо ощутимой ошибки.

Для преломления необходимы два обстоятельства. 1. Чтобы лучи света проходили из одной среды в другую с другой плотностью или большей или меньшей степенью сопротивления. 2. Чтобы они проходили в косом направлении. Чем плотнее преломляющая среда или та, в которую попадает луч, тем большей будет его преломляющая способность; и из двух преломляющих сред одинаковой плотности та, которая маслянистой или легковоспламеняющейся природы, будет иметь большую преломляющую способность, чем другая. Природа преломления может быть более конкретно объяснена и проиллюстрирована следующим рисунком и описанием.

Пусть на рис. 2 изображен водоем, AD его поверхность, C точка, в которой луч света BC проникает из воздуха в воду. Этот луч из-за большей плотности воды вместо того, чтобы проходить прямо вперед в своем первом направлении к K, будет изогнут в точке C и пройдет в направлении CE, которое называется *преломленным лучом*. Пусть линия FG проведена перпендикулярно поверхности воды в точке C, тогда очевидно, что луч BC, проходя из воздуха, *разреженной среды, в плотную среду*, такую как вода, преломляется в луч CE, который находится *ближе* к перпендикуляру CG, чем падающий луч BC, и, наоборот, луч EC, проходя из более плотной среды в более разреженную, будет преломляться в CB, который находится *дальше* от перпендикуляра.

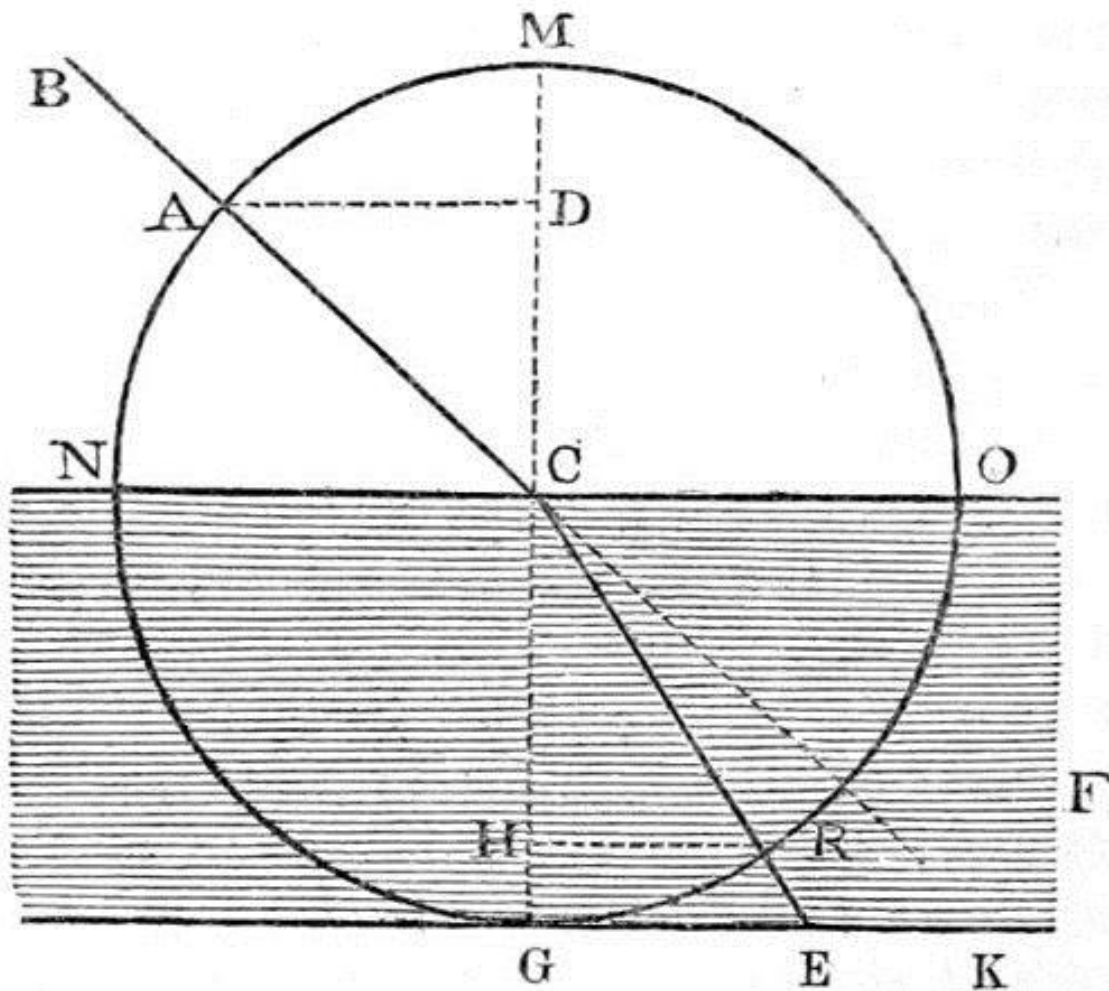
рисунок 2.



То же самое можно проиллюстрировать следующим образом: —предположим, что в одной из стенок сосуда проделано отверстие, как в точке *a*, и зажженная свеча помещена в двух или трех футах от нее, когда она пуста, так что ее пламя может находиться на отметке *L*, луч света, исходящий от нее, будет проходить через отверстие *a* по прямой линии *LBCK*, пока не достигнет дна сосуда в точке *K*, где он образует небольшой круг света. Поставив отметку в точке *K*, наливайте воду в сосуд до тех пор, пока она не поднимется до высоты *AD*, и круглое пятно, которое раньше было в точке *K*, появится в точке *E*; то есть луч, который шел прямо вперед, когда сосуд был пуст, к *K*, был изогнут в точке *C*, где он падает в воду, в линию *CE*. В этом эксперименте необходимо, чтобы передняя часть сосуда была стеклянной, чтобы можно было видеть направление луча; и если немного мыла смешать с водой, чтобы придать ей немного запотевания, то луч *CE* будет отчетливо виден. Если вместо пресной воды мы нальем соленую, то обнаружится, что луч *BC* сильнее изогнут в точке *C*. Подобным образом спирт будет преломлять луч *BC* сильнее, чем соленая вода, и масло сильнее, чем спирт, а кусок твердого стекла, имеющий форму воды, будет преломлять свет еще сильнее, чем масло.

Угол преломления зависит от наклона лучей, падающих на преломляющую поверхность, который всегда таков, что синус падающего угла равен синусу преломленного угла в заданной пропорции. Угол падения - это угол, образованный лучом света и линией, проведенной перпендикулярно преломляющей поверхности в точке, где свет попадает на поверхность. Преломленный угол - это угол, создаваемый лучом в преломляющей среде с таким же полученным перпендикуляром. Синус угла - это линия, служащая для измерения угла, проведенная из точки на одном отрезке, перпендикулярной другому. Следующий рисунок (рис. 3.) будет иметь тенденцию иллюстрировать эти определения.

рисунок 3.



На этом рисунке BC - падающий луч, CE - преломленный луч, DG - перпендикуляр, AD - синус угла падения ACD, а HR - синус угла преломления GCE. Итак, в оптике существует утверждение, что синус AD угла падения BCD либо точно, либо очень близко находится в заданной пропорции к синусу HR угла преломления GCE. Это соотношение синусов равно четырем к трем, когда преломление происходит из воздуха в воду, то есть AD к HR равно четырем к трем. Когда воздух преломляется в стекле, соотношение составляет примерно тридцать один к двадцати, или почти три к двум. Если преломление воздуха в алмазе равно пяти к двум, то есть  $AD : HR :: 5 : 2$ . Чем плотнее среда, тем меньше угол и синус преломления. Если бы луч света MC проходил из воздуха в воду или из пустого пространства в воздух в направлении MC, перпендикулярном плоскости NO, разделяющей две среды, он не испытывал бы преломления, потому что отсутствует одно из существенных условий для этого эффекта, а именно *наклонность* падения.

Возможно, также уместно отметить, что луч света не может пройти из более плотной среды в более разреженную, если угол падения превышает определенный предел. Таким образом, луч света не пройдет из стекла в воздух, если угол падения превышает  $40^{\circ} 11'$ ; или из стекла в воду, если угол падения превышает  $59^{\circ} 20'$ . В таких случаях преломление сменяется отражением.

Следующие обычные эксперименты, которые легко выполнить, проиллюстрируют учение о преломлении. Положите шиллинг или любой другой мелкий предмет, который легко различить,

в чашу или любой другой подобный сосуд, а затем отойдите на такое расстояние, чтобы край сосуда просто скрывал его из виду. Если затем вы попросите другого человека наполнить сосуд водой, вы обнаружите, что шиллинг становится совершенно видимым, хотя вы ни в малейшей степени не изменили своего положения. Причина этого в том, что лучи света, с помощью которых он становится видимым, *отклоняются от своего курса*. Таким образом, предположим, что шиллинг был помещен на дно чаши в точке E (рис. 2.) луч света BC, который проходит наклонно из воздуха в воду в точке C, вместо того, чтобы продолжить свой путь к K, принимает направление CE, и, следовательно, объект в точке E стал бы видимым благодаря лучам, идущим в этом направлении, в то время как они не коснулись бы его, если бы двигались своим прямым курсом.

Тот же принцип проиллюстрирован следующим экспериментом. Поставьте на стол подставку или квадратную коробку и свечу на небольшом расстоянии от нее; положите небольшой прутик или палочку поперек стенок подставки и отметьте место, куда падает крайняя тень, поместив на острие шиллинг или другой предмет; затем налейте в подставку воду, и тогда тень упадет гораздо ближе к стороне рядом со свечой, чем раньше. Этот эксперимент также может быть проведен путем простого наблюдения за изменением, производимым на теневой стороне самого основания. Снова опустите длинную палку наискось в глубокую воду, и вам покажется, что палка сломана в том месте, где она появляется на поверхности воды, — та часть, которая погружена в воду, кажется загнутой вверх. Следовательно, каждый, должно быть, заметил, что при гребле на лодке концы весел кажутся согнутыми или сломанными каждый раз, когда они погружаются в воду, и их внешний вид в такие моменты отражает направление преломленных лучей. Опять же, наполните водой довольно глубокую банку, и вы заметите, что дно банки значительно приподнято, так что оно кажется намного мельче, чем было до того, как в него налили воду, примерно на треть от ее глубины, что объясняется той же причиной, из-за которой конец палки, погруженной в воду, кажется более приподнятым, чем это было бы, если бы не было преломления. Можно только упомянуть о другом опыте. Положите шестипенсовик в бокал для вина и налейте на него немного воды. При взгляде в определенном положении на стекле появляются две шестипенсовые монеты — одно изображение шестипенсовой монеты снизу, которое попадает прямо в глаз, и другое, которое кажется значительно приподнятым над другим из-за того, что лучи света проникают сквозь воду и преломляются. В этом эксперименте бокал для вина не должен быть наполнен водой более чем наполовину.

Преломление света объясняет причины многих любопытных явлений как на небесах, так и на земле. Когда мы стоим на берегу реки и смотрим сквозь толщу воды на ее дно, мы склонны думать, что оно намного мельче, чем есть на самом деле. Если на самом деле глубина воды восемь футов, с берега она будет казаться всего шестью футами; если глубина воды пять с половиной футов, то она будет казаться всего около четырех футов. Это происходит из-за эффекта преломления, при котором дно реки, по-видимому, приподнимается за счет преломления света, проходящего через воду в воздух, так что дно кажется выше, чем оно есть на самом деле, как в эксперименте с кувшином с водой. Это обстоятельство определенной важности, о котором следует знать и которому следует уделять внимание в целях личной безопасности. Ибо многие школьники и другие молодые люди расстались с жизнью, пытаясь перейти вброд реку, дно которой, казалось, было в пределах их досягаемости, когда они смотрели на нее с берегов; и даже взрослые путешественники верхом иногда становились жертвами этого оптического обмана; и это не единственный случай, когда знание законов

природы может оказаться полезным для защиты нас от опасностей и несчастных случаев со смертельным исходом.

Точно так же из-за этой преломляющей способности воды искусный стрелок, желающий подстрелить рыбу под водой, вынужден прицеливаться значительно *ниже* рыбы, какой она кажется, потому что она кажется гораздо ближе к поверхности воды, чем есть на самом деле. Знакомство с этим свойством света особенно полезно для ныряльщиков, поскольку при любом из своих движений или операций, если бы они целились непосредственно в объект, они достигли бы точки, значительно находящейся за его пределами; тогда как, имея некоторое представление о глубине воды и о том, какой угол образует линия, проведенная от глаза к объекту, с его поверхностью, можно легко определить точку на дне воды, между глазом и объектом, в который нужно целиться. По той же причине человек, находящийся под водой, не видит отчетливо предметы. Поскольку водянистая влага глаза обладает такой же преломляющей способностью, как и вода, лучи света от любого объекта, находящегося под водой, не будут преломляться при прохождении через роговицу и водянистую влагу и, следовательно, встретятся в точке, расположенной далеко за сетчаткой. Но если человек, привыкший погружаться под воду, воспользуется очками, состоящими из двух выпуклых линз, радиус поверхности которых составляет три десятых дюйма, что почти равно радиусу выпуклости роговицы, он будет видеть предметы под водой так же отчетливо, как и над ней.

Именно из-за рефракции мы не можем так точно судить о величинах и расстояниях в воде, как в воздухе. Рыба в воде выглядит значительно крупнее, чем вынутая из нее. Предмет, погруженный *вертикально* в воду, всегда кажется сжатым, тем более что его верхняя оконечность приближается к поверхности воды. Все, что остается в том же положении, если мы постепенно извлекаем объект из воды и он имеет стройную форму, мы увидим, что он становится все больше и больше за счет, так сказать, быстрого развития всех его частей. Искажение объектов, видимых через кривое оконное стекло, также возникает из-за неравномерного преломления лучей, проходящих через него. Было подсчитано, что при взгляде через обычное оконное стекло объекты кажутся примерно на одну тридцатую дюйма отклоненными от своего реального места благодаря преломлению.

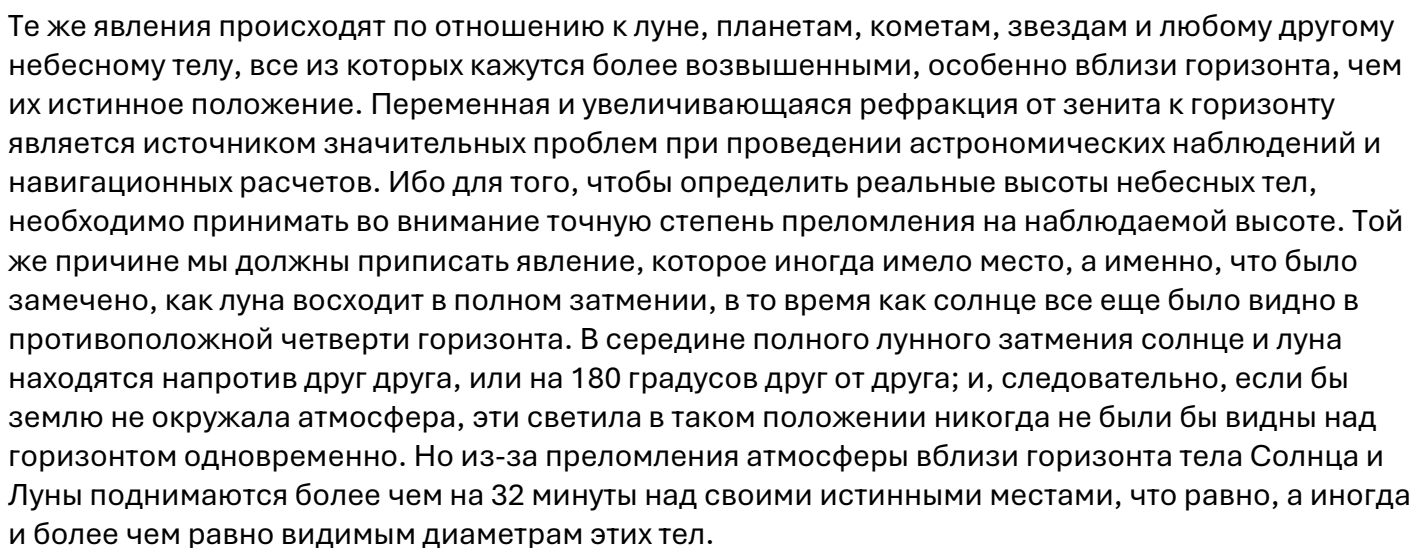
Преломление также оказывает влияние на *небесные тела*, так что их видимое положение обычно отличается от реального. Благодаря преломляющей силе атмосферы солнце видно до того, как оно заходит за горизонт утром, и после того, как оно опускается за него вечером; и, следовательно, это светило никогда не видно в том месте, в котором оно действительно находится, за исключением тех случаев, когда оно проходит зенит в полдень, в местах, находящихся в жаркой зоне. Солнце видно, когда на самом деле тридцать две минуты градуса ниже горизонта и когда матовая округлость земли находится между нашим глазом и этим светилом, точно по тому же принципу, по которому в эксперименте с шиллингом и тазом с водой шиллинг был виден, когда край таза находился между ним и зрением. Было обнаружено, что в некоторых случаях преломляющая способность атмосферы намного больше, чем было заявлено сейчас. В 1595 году компания голландских моряков, потерпевших кораблекрушение у берегов Новой Земли и вынужденных оставаться в этом пустынном районе более трех месяцев ночью, увидела, как солнце появилось над горизонтом примерно за шестнадцать дней до того времени, когда оно должно было взойти согласно расчетам, и когда его тело фактически находилось более чем на четыре градуса ниже горизонта; это обстоятельство было приписано большой преломляющей способности атмосферы в этих чрезвычайно холодных регионах. Это

преломление атмосферы, которое делает кажущийся восход и заход солнца как более ранним, так и более поздним, чем реальный, производит, по крайней мере, один важный благотворный эффект. Это обеспечивает нам гораздо более продолжительный день в любое время года, чем мы могли бы наслаждаться, если бы это свойство атмосферы не производило такого эффекта. По той же причине диски солнца и Луны кажутся эллиптическими или овальными, если смотреть на горизонт, их горизонтальный диаметр кажется больше вертикального, что вызвано большим преломлением лучей, исходящих от нижней части, которая погружена в самую плотную часть атмосферы.

Свечение небес, которое предшествует восходу солнца и продолжается некоторое время после его захода — или то, что обычно называют утренними и вечерними сумерками, — также вызывается атмосферной рефракцией, что создает очень приятное и благотворное расположение в системе природы. Это не только продлевает для нас влияние солнечного света и добавляет почти два часа к продолжительности нашего дня, но и предохраняет нас от внезапного переноса из темноты полуночи в великолепие полудня, а из сияния дня - во мрак и ужасы ночи, которые сбили бы с толку путешественников и мореплавателей в их путешествиях по морю или суше и повергли бы живой мир в ужас и изумление.

Следующий рисунок проиллюстрирует указанное положение и то, каким образом преломление атмосферы вызывает эти эффекты. Пусть  $AaC$ , рис. 4, представляет половину нашего земного шара, а темное пространство между этой кривой и  $B r D$  - атмосферу. Человек, стоящий на поверхности земли в точке  $a$ , увидел бы восход солнца в точке  $b$ , когда на самом деле это светило находилось только в точке  $c$  — более чем на полградуса ниже горизонта. Когда солнечные лучи, пройдя по прямой через пустое пространство, попадают в верхнюю часть атмосферы в точке  $d$ , они отклоняются от своего прямого курса из-за преломления атмосферы в направлении  $da$ , так что тело Солнца, хотя на самом деле и перекрыто выпуклостью земли, состоящей из плотной массы суши или воды, на самом деле видится зрителю в точке  $a$ . Преломляющая способность атмосферы постепенно уменьшается от горизонта к зениту и увеличивается от зенита к горизонту пропорционально плотности различных ее слоев, наиболее плотных на нижней оконечности рядом с землей и более редких к ее более высоким областям. Если бы у человека  $va$  было солнце,  $e$ , в его зените, он увидел бы его там, где оно есть на самом деле; ибо его лучи, проходящие перпендикулярно через атмосферу, одинаково притягивались бы во всех направлениях и, следовательно, не испытывали бы никаких отклонений. Но около двух часов дня он видел солнце в точке  $i$ , хотя на самом деле оно находилось в точке  $k$ , что на тридцать три секунды ниже его видимого положения. Примерно в четыре часа пополудни он увидел бы его в  $m$ , когда тот находится в  $n$ , за одну минуту и тридцать восемь секунд до его очевидного положения. Но в шесть часов, когда, как мы предположим, он сядет, его можно будет увидеть во, хотя в это время он находится в  $p$ , более чем на тридцать две минуты ниже горизонта. Эти явления возникают из-за различной преломляющей способности атмосферы на разных высотах и из-за наклона, с которым на нее падают лучи света; ибо мы видим каждый объект вдоль той линии, по которой исходящие от него лучи направлены последней средой, через которую они прошли.

рисунок 4.



Вследствие случайного уплотнения определенных слоев атмосферы были вызваны некоторые весьма необычные эффекты в виде видимого подъема наземных объектов в положение, значительно превосходящее то, в котором они обычно появляются. Заслуживает внимания следующий пример. Оно взято из лондонского журнала Philosophical Transactions за 1798 год и было передано У. Лэтемом, эскайром, членом Королевской Академии наук, который наблюдал это явление из Гастингса, на южном побережье Англии: ‘26 июля 1797 года, около пяти часов пополудни, когда я сидел в своей столовой в этом заведении, которое расположено на Параде, недалеко от морского берега, почти фасадом на юг, мое внимание привлекло множество людей, сбегавшихся к берегу моря. Когда я поинтересовался причиной, мне сообщили, что побережье Франции можно было ясно различить невооруженным глазом. Я немедленно спустился к берегу



и был удивлен, обнаружив, что даже без помощи подзорной трубы я могу очень ясно видеть утесы на противоположном берегу, которые в ближайшей части находятся на расстоянии от сорока до пятидесяти миль и не могут быть различимы с такой низины с помощью самых лучших биноклей. Казалось, они находились всего в нескольких милях от нас и, казалось, простирались на несколько лиг вдоль побережья. Я продолжил свою прогулку вдоль берега на восток, поближе к кромке воды, беседуя на эту тему с моряками и рыбаками. Сначала их нельзя было убедить в реальности этого явления; но вскоре они настолько убедились в том, что скалы постепенно становятся все более высокими и как бы приближаются, что указали мне и назвали различные места, которые они привыкли посещать, такие как Залив, Олд-Хед, или Мэн, Ветряная мельница и т. Д. В Булони, Сен-Валлери и других местах на побережье Пикардии, что они впоследствии подтвердили, когда рассматривали их в свои телескопы. По их наблюдениям, эти места казались такими близкими, как если бы они плыли на небольшом расстоянии от гаваней. День, в который наблюдалось это явление, был чрезвычайно жарким; около двух часов дня в Гастингсе был прилив, и за весь день не было ни малейшего дуновения ветра.' Говорят, что с вершины соседнего холма открывалась самая красивая сцена. С первого взгляда зрители могли увидеть Дандженесс, Дуврские скалы и французское побережье на всем протяжении от Кале до Сент-Вэллери и, как утверждали некоторые, до самого Дьеппа на западе, что составляло не менее восьмидесяти-девяноста миль. В подзорную трубу были отчетливо видны французские рыбацкие лодки, стоявшие на якоре, и были прекрасно различимы различные цвета суши на возвышенностях со зданиями.

Это необычное явление, несомненно, было вызвано необычным преломлением света, вызванным либо необычным расширением, либо уплотнением нижних слоев атмосферы, возникшим в результате обстоятельств, связанных с чрезвычайной жарой того времени года. Объекты, по-видимому, были подняты намного выше их естественного положения, поскольку от пляжа в Гастингсе прямая линия, проведенная поперек по направлению к французскому побережью, была бы перехвачена изгибом воды. Они, по-видимому, также были увеличены из-за преломления и, по-видимому, находились в четыре или пять раз ближе к глазу, чем при обычном состоянии атмосферы.

Следующие примеры необычного преломления также являются примерами: Когда капитан Колби осматривал побережье Кейтнесса в подзорную трубу своего большого теодолита, 21 июня 1819 года в восемь часов вечера с холма Коррихабби, близ Мортлича, в Банфшире, он заметил бриг над землей Кейтнесс, плывущий на запад в районе Пентленд-Фрит, между мысами Даннет и Данкансби. Убедившись в этом факте, он попросил своих помощников, лейтенантов Роуба и Доусона, посмотреть в подзорную трубу, что они немедленно и сделали, и также осмотрели бриг. Он был очень отчетливо виден в течение нескольких минут, в то время как группа продолжала смотреть на него и выяснять, где он находится. Бриг находился не менее чем в девяноста-ста милях от нас, а поскольку станция на Коррихабби находится не выше 850 ярдов над уровнем моря, это явление представляет интерес. Столбик термометра показывал 44°. Ночь и день, предшествовавшие появлению брига, были непрерывно дождливыми и туманными, и только к 7 часам вечера 21-го числа облака над холмом рассеялись.<sup>8</sup>

Капитан Скорсби рассказывает о необычном явлении такого рода, которое произошло, когда он пересекал полярные моря. Его корабль был отделен льдами от корабля его отца на значительное время, и он каждый день с большой тревогой искал ее. Наконец, однажды вечером, к своему крайнему изумлению, он увидел ее подвешенной в воздухе в перевернутом

положении, нарисованной на горизонте самыми яркими красками и с самым отчетливым и совершенным изображением. Он поплыл в том направлении, в котором увидел это призрачное явление, и действительно нашел судно своего отца по его указанию. Он был отделен от него огромными массами айсбергов и находился на таком расстоянии, что было совершенно невозможно увидеть корабль в его реальном положении или увидеть его вообще, если бы его спектр не был таким образом поднят на несколько градусов над горизонтом в небо из-за этого необычного преломления. Считалось, что она находится в семнадцати милях за видимым горизонтом и в тридцати милях от него.

Миссис Сомервилл утверждает, что ее подруга, находясь на равнинах Индостана, увидела, как открылась вся верхняя цепь Гималаев из-за внезапного изменения плотности воздуха, вызванного сильным ливнем после продолжительной сухой и жаркой погоды. Рассматривая отдаленные объекты в телескоп поверх гряды холмов, примерно в двух милях от нас, я несколько раз наблюдал, что некоторые из более отдаленных объектов, которые иногда скрыты за грядой холмов, в другое время отчетливо видны над ними. Иногда я наблюдал, что объекты, находящиеся ближе к середине поля зрения телескопа, который находился в фиксированном положении, внезапно опускались в нижнюю часть или поднимались в верхнюю часть поля зрения, в то время как телескоп оставался неизменным. Я также видел с помощью мощного телескопа, как маяк Белл Рок на расстоянии около двадцати миль выглядел так, как будто уменьшился менее чем на две трети от своей обычной видимой высоты, в то время как каждая его часть была совершенно отчетливой и четко очерченной, и в течение часа или меньше он, казалось, поднялся до своей обычной видимой высоты - все эти явления, очевидно, вызваны той же причиной, на которую мы ссылались.

Таковы некоторые из поразительных эффектов, производимых преломлением света. Это позволяет нам видеть объекты в том направлении, где их нет; это, по-видимому, приподнимает дно озер и рек; это увеличивает объекты, когда их свет проходит через плотную среду; это заставляет солнце появляться над горизонтом, когда оно на самом деле находится под ним, и, таким образом, увеличивает продолжительность нашего дня; это создает полярное сияние и вечерние сумерки, которые во многих случаях составляют самую восхитительную часть летнего дня; это предотвращает нас от погружения в полную темноту в тот момент, когда солнце опускается за горизонт; это изменяет внешний вид небесных тел и направления в пространстве. который мы видим: он придает солнцу, луне и звездам, а также облакам красноватый оттенок, когда они приближаются к горизонту; он улучшает внешний вид земных объектов и, в некоторых исключительных случаях, приближает их к нашему зрению и позволяет нам видеть их, когда они находятся за линией нашего видимого горизонта. В сочетании с силой отражения это создает фантастические пейзажи и разнообразные гротескные и экстраординарные явления, которые восхищают и удивляют, а иногда и ужасают зрителей. Короче говоря, — как мы впоследствии увидим более подробно, — преломление света через стекла различной формы образует принцип, на котором построены телескопы и микроскопы, с помощью которых открываются для обозрения как отдаленные, так и мельчайшие чудеса творения. Таким образом, если бы не существовало тел, способных преломлять лучи света, мы бы навсегда остались в неведении о многих возвышенных объектах в отдаленных областях Вселенной, а также о замечательном механизме и бесчисленном разнообразии мельчайших объектов, которые находятся за пределами досягаемости невооруженного глаза в нашем низшем творении, и все они предназначены для того, чтобы направлять наш взгляд и расширять наши представления о Всемогущем Создателе.

Действие закона преломления в этих и многих других примерах является примером разнообразных и благотворных эффектов, которые Всемогущий может произвести с помощью единственного принципа в природе. Под влиянием простого закона всемирного тяготения планеты удерживаются на своих орбитах, Луна направляется по своему пути вокруг земли, а все тела, связанные с солнцем, сохраняются в одной гармоничной системе. По тому же закону горы нашего земного шара покоятся на твердом основании, реки текут по равнинам к морям, океан ограничен своими предписанными границами, а обитатели земли удерживаются на ее поверхности и не могут взлететь вверх через пустоты космоса. Подобным же образом закон, по которому преломляется свет, производит множество полезных эффектов, необходимых для нынешнего устройства нашего мира и комфорта его обитателей. Когда луч света входит в атмосферу наискось, вместо того чтобы проходить прямо насквозь, он немного изгибается вниз, так что большая часть лучей, которые таким образом входят в атмосферную массу, опускается по наклону к земле. Затем мы наслаждаемся благом этого света, который в противном случае был бы полностью утрачен. Мы воспринимаем дневной свет за час до появления солнечного шара, и часть его света все еще сохраняется, когда он опустился почти на восемнадцать градусов ниже нашего горизонта. Таким образом, в течение всего года мы наслаждаемся семистами тридцатью часами света, который был бы потерян, если бы он не преломлялся к нам из верхних слоев атмосферы. Для жителей полярных регионов этот эффект еще более интересен и полезен. Если бы не сумерки, они были бы гораздо дольше, чем сейчас, погружены в вечную тьму; но из-за сильного преломления света, которое имеет место в холодных зонах, ближе к весне день наступает раньше, и их длинные зимние ночи в некоторых случаях сокращаются на тридцать дней. Под полюсами, где ночная тьма продолжалась бы шесть месяцев без перерыва, если бы не было рефракции, полная темнота не преобладает в течение половины этого периода. Когда солнце садится на Северном полюсе примерно 23 сентября, жители (если таковые имеются) наслаждаются постоянным полярным сиянием, пока оно не опустится на 18 градусов ниже горизонта. На своем пути по эклиптике солнце проходит два месяца, прежде чем оно может достичь этой точки, и в течение этого времени здесь царят постоянные сумерки. Еще через два месяца он снова прибывает в ту же точку, а именно на 18 градусов ниже горизонта, когда начинаются новые сумерки, яркость которых постоянно увеличивается в течение следующих двух месяцев, в конце которых видно, как тело этого светила восходит во всей своей красе. Так что в этом регионе дневным светом в большей или меньшей степени можно наслаждаться в течение десяти месяцев без перерыва благодаря эффекту атмосферной рефракции; и в течение двух месяцев, когда влияние солнечного света полностью прекращается, луна светит над горизонтом в течение двух с половиной месяцев без перерыва; и, таким образом, случается, что не более двух отдельных двухнедельных периодов проходят в абсолютной темноте; и эта темнота рассеивается светом звезд и частыми вспышками Северного сияния. Следовательно, по-видимому, нет частей нашего земного шара, на которые в течение года приходится столь большая доля солнечного света, как на эти северные регионы, что происходит главным образом из-за преломления атмосферы.

Преломление света атмосферой в сочетании с ее способностью отражать его, также является причиной того универсального света и великолепия, которые проявляются на всех окружающих нас предметах. Если бы Земля была лишена своей атмосферы и обнажена для солнечных лучей — в этом случае мы могли бы видеть солнце без так называемого дня. Его восходу не предшествовали бы никакие сумерки, как сейчас. Самая густая тьма покрывала бы нас до самого момента его восхода; затем он внезапно вырвался бы из-за горизонта с тем же

великолепием, которое демонстрировал бы на высшей части своего курса, и не менял бы своей яркости до самого момента своего захода, когда в одно мгновение все стало бы черным, как самая темная ночь. В полдень мы увидели бы солнце как ярко сверкающий шар, сияющий в небе, черном, как эбеновое дерево, подобно ясному ночному огню, видимому посреди обширного поля, и его лучи показали бы нам близлежащие объекты непосредственно вокруг нас; но лучи, падающие на объекты, удаленные от нас, навсегда затерялись бы в небесном просторе. Вместо прекрасной лазури неба и красок, которые отличают лик природы днем, мы не увидели бы ничего, кроме бездны тьмы и звезд, сияющих со свода, темного, как хаос. Таким образом, не было бы ни одного дня, такого, каким мы наслаждаемся сейчас, без атмосферы: поскольку именно благодаря преломлению и отражениям, связанным с этим воздушным потоком, свет настолько видоизменяется и направляется, что создает всю ту красоту, великолепие и гармонию, которые проявляются на вогнутом небе и на предметах, разнообразящих наше земное обиталище.

Эффект преломления света по отношению к *земным* объектам также имеет благотворную природу. Величина этого преломления оценивается доктором Маскелином в одну десятую расстояния от наблюдаемого объекта, выраженного в градусах большой окружности. Следовательно, если расстояние составляет 10 000 морских сажений, то его десятая часть в 1000 морских сажений равна шестидесятой части градуса, или одной минуте, которая является преломлением в высоте. Ле Жандр оценивает его в одну четырнадцатую, Де Ламбре - в одну одиннадцатую, а другие - в одну двенадцатую расстояния; но следует предположить, что оно варьируется в разное время и в разных местах в соответствии с изменяющимся состоянием атмосферы. Это преломление, из-за которого объекты кажутся поднятыми выше, чем они есть на самом деле, увеличивает протяженность нашего ландшафта и позволяет нам воспринимать удаленные объекты, которые в противном случае были бы невидимы. Это особенно полезно для штурмана в море. Одной из важных задач моряка при прохождении своего курса является высматривать мысы, скалы и острова, чтобы заметить их, как только они окажутся в пределах досягаемости его глаз. Теперь, благодаря преломлению, вершины холмов и возвышенные части побережий, по-видимому, поднимаются в воздух, так что их можно обнаружить на несколько лиг дальше в море, чем они были бы, если бы не существовало такой преломляющей способности. Следовательно, это обстоятельство является значительным преимуществом для науки мореплавания, поскольку позволяет моряку правильно направлять свой курс и дает ему самое раннее предупреждение о пути, которым он должен следовать, или об опасностях, которым он может подвергнуться.

Короче говоря, эффекты, производимые преломлением и отражением света на ландшафте, связанном с нашим земным шаром, учат нас, что эти принципы в руке Всемогущего могут быть настолько изменены и направлены, что приведут к самым живописным, самым славным и чудесным явлениям, каких еще никогда не видели глаза смертных и о которых человеческое воображение не может составить никакого представления; и в других мирах, более блистательных и величественных, чем наш, такие сцены могут быть полностью реализованы в сочетании с действием физических принципов и агентов, с которыми мы в настоящее время незнакомы. Исходя из того, что мы уже знаем об эффектах отражения и преломления света, не выходит за пределы вероятности предположить, что в определенных регионах Вселенной свет может отражаться и преломляться через различные среды таким образом, чтобы представить взору их обитателей выдающиеся сцены, связанные с отдаленными системами и мирами, и в

такой степени, которая бесконечно превзойдет эффекты, производимые нашими самыми мощными телескопами.

### ГЛАВА III.

#### *О ПРЕЛОМЛЕНИИ СВЕТА Через СФЕРИЧЕСКИЕ ПРОЗРАЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИЛИ ЛИНЗЫ.*

Именно преломлению света мы обязаны использованием линз или искусственных очков для улучшения зрения. Она закладывает основу телескопов, микроскопов, камер-обскура, фантасмагорий и других оптических инструментов, с помощью которых было произведено так много красивых, полезных и чудесных эффектов. Поэтому, чтобы проиллюстрировать принципы, на которых построены такие приборы, необходимо объяснить, каким образом преломляются и изменяются лучи света при прохождении через сферические среды различной формы. Однако я не собираюсь вдаваться в подробности этого предмета или в какие-либо абстрактные математические демонстрации, а просто предложу несколько объяснений общих принципов и несколько экспериментальных иллюстраций, которые, возможно, позволят обычному читателю понять конструкцию оптических приборов, которые будут описаны ниже.

Линза - это прозрачное вещество, плотность которого отличается от плотности окружающей среды и заканчивается двумя поверхностями, либо обе сферические, либо одна сферическая, а другая плоская. Обычно он изготавливается из *стекла*, но также может быть сформирован из любого другого прозрачного вещества, такого как лед, хрусталь, алмаз, галька, или из жидкостей различной плотности и преломляющей способности, заключенных между вогнутыми стеклами. Линзы шлифуются в различные формы в зависимости от цели, для которой они предназначены. Обычно их можно различить как *выпуклые* или *вогнутые*. Выпуклое стекло толще всего в середине и тоньше к краям. Вогнутое стекло тонкое в середине и толще к краям. Существуют различные формы, которые представлены на рис. 5. А, представляет собой *плосковыпуклую* линзу, у которой одна сторона плоская, а другая сферическая или выпуклая. В, является *плосковогнутым*, который является плоским с одной стороны и вогнутым с другой. С, является *двувыпуклой* или сферической с обеих сторон. D, а с *двойной вогнутостью* или вогнутый с обеих сторон. Е, называется *мениском*, который выпукл с одной стороны и вогнут с другой. F, является *вогнуто-выпуклой*, выпуклая сторона которой имеет меньшую сферу, чем вогнутая. Что касается *степени* выпуклости или вогнутости линз, очевидно, что их может быть почти бесконечное разнообразие. Ибо каждую выпуклую поверхность следует рассматривать как отрезок окружности, диаметр и радиус которой могут варьироваться практически в любой степени. Следовательно, оптики изготавливают линзы радиусом от одной пятидесятой дюйма до двухсот футов. Когда мы говорим о длине радиуса линзы, как, например, когда мы говорим, что линза имеет радиус два дюйма или сорок дюймов, мы имеем в виду, что выпуклая поверхность стекла представляет собой часть окружности, радиус которой или половина диаметра составляет два дюйма или сорок дюймов; или, другими словами, если бы часть сферы, на которую она нанесена, была сформирована в шар соответствующей выпуклости, диаметр ее был бы четыре дюйма или восемьдесят дюймов.

*рисунок 5.*

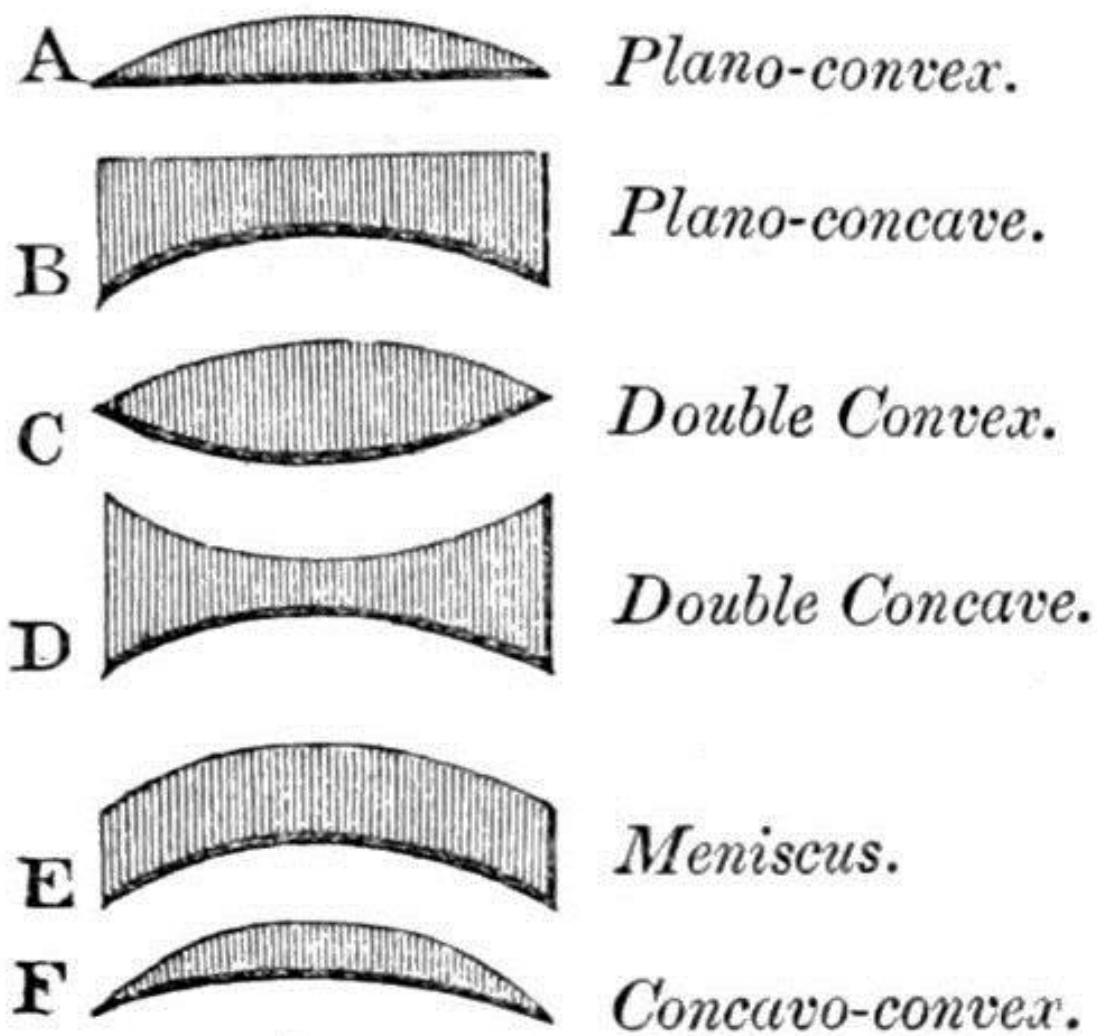


рисунок 6.

рисунок 7.

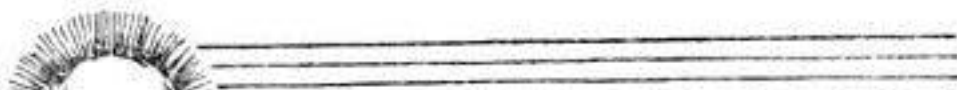


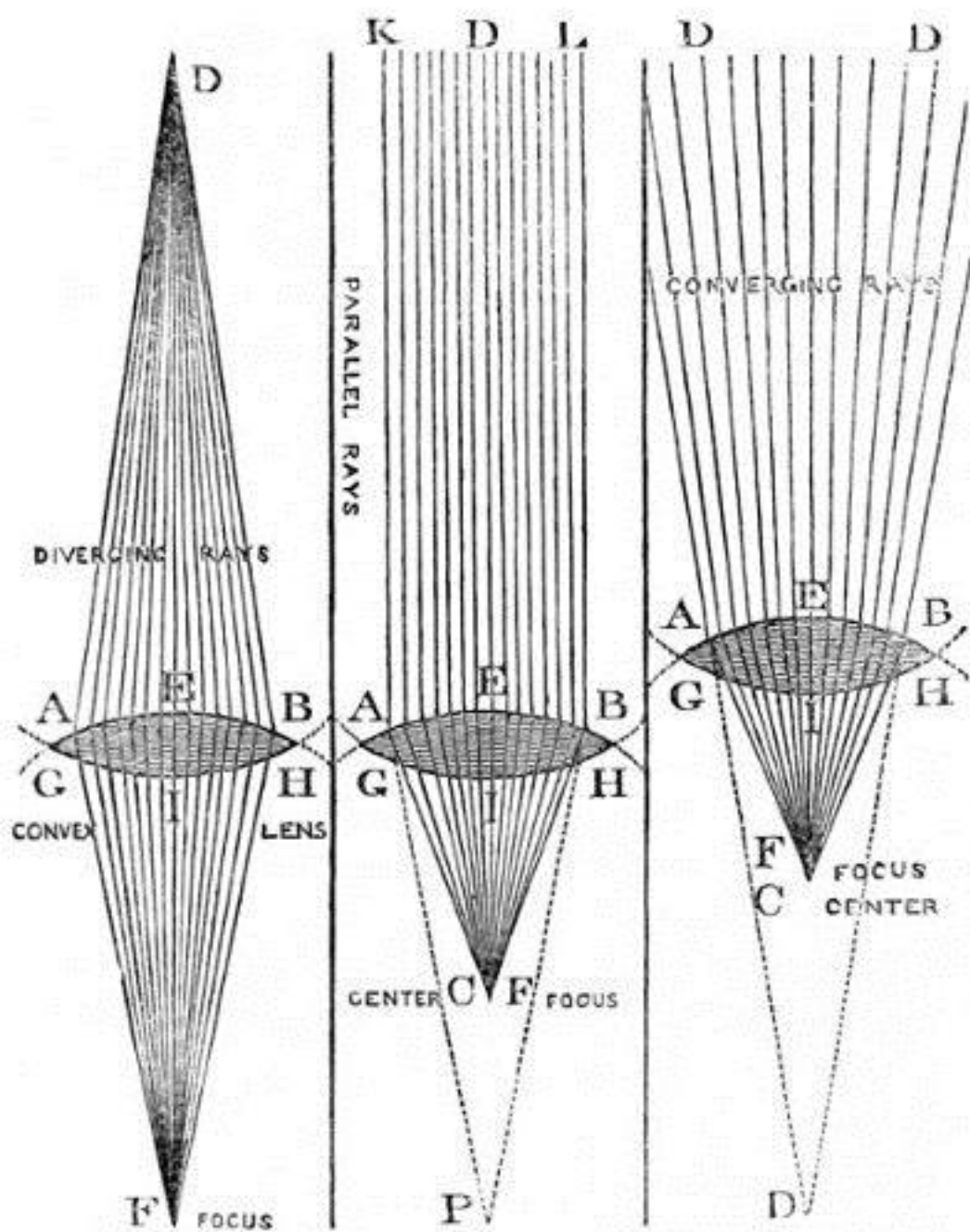
*рисунок 8.*

Ось линзы представляет собой прямую линию, проведенную через центр ее сферической поверхности; и поскольку сферические стороны каждой линзы представляют собой дуги окружностей, ось линзы будет проходить через центр той окружности, сегментами которой являются ее стороны. *Лучи* - это те эманации света, которые исходят от светящегося тела или от тела, которое освещено. *Излучающий* - это то тело или объект, который испускает лучи света, будь то самосветящееся тело или то, которое только отражает лучи света. Лучи могут исходить из радианта в разных направлениях. Они могут быть параллельными, сходящимися или расходящимися. *Параллельными* лучами являются те, которые проходят на *равном* расстоянии друг от друга на всем своем протяжении. Лучи, исходящие от солнца, планет, звезд и удаленных земных объектов, считаются параллельными, как показано на рис. 6. *Сходящиеся* лучи - это такие лучи, которые, исходя от тела, приближаются все ближе и ближе в своем продвижении, стремясь к определенной точке, где все они соединяются. Таким образом, говорят, что лучи, исходящие от объекта АВ (рис. 7.) в точку F, сходятся к этой точке. Все выпуклые стекла заставляют параллельные лучи, падающие на них, сходиться в большей или меньшей степени; и они делают сходящиеся лучи еще более сходящимися. Если АВ, рис. 7. представьте выпуклую линзу, и если на нее падают параллельные лучи, они будут преломляться и сходиться к точке F, которая называется *фокусом*, или *точкой горения*; потому что, когда солнечные лучи таким образом сходятся в точку с помощью большой линзы, они поджигают горючие вещества. В этой точке лучи встречаются и пересекаются друг с другом. *Расходящиеся* лучи - это те, которые, исходя из любой точки, такой как А, рис. 8, постоянно удаляются друг от друга по мере прохождения по своему направлению к ВС. Все лучи, исходящие от ближайших объектов, таких как окно в комнате, соседний дом или сад, в большей или менее степени расходятся. На следующих рисунках показаны эффекты прохождения параллельных, сходящихся и расходящихся лучей через двойную выпуклую линзу.

*рисунок 11.*

*рисунок 9.*

*рисунок 10.*

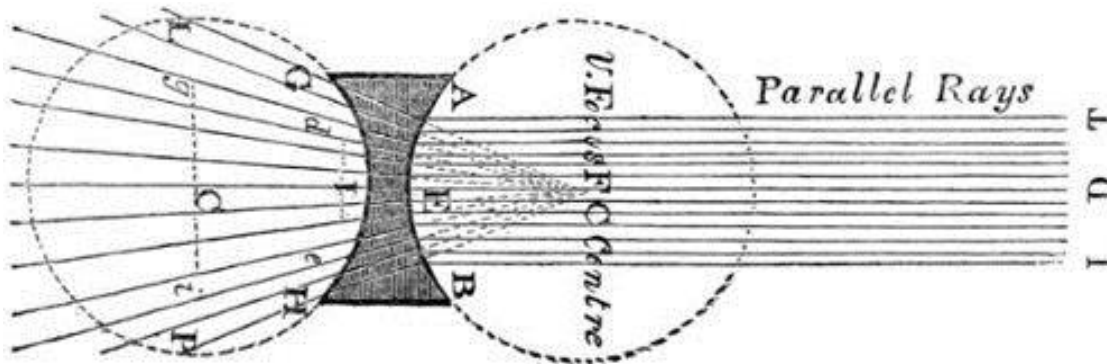


На рис. 9 показано воздействие параллельных лучей KA, DE, LB, падающих на выпуклое стекло AB. Лучи, падающие вблизи концов в точках A и B, изгибаются или преломляются в направлении CF, фокуса и центра выпуклости. Можно заметить, что они меньше преломляются по мере приближения к центру линзы, а центральный луч DEC, который называется *осью линзы* и который проходит через ее центр, не испытывает преломления. На рис. 10, показан ход *сходящихся* лучей при прохождении через подобную линзу. В этом случае лучи сходятся к фокусу, который *ближе* к линзе, чем к центру; ибо выпуклая линза равномерно увеличивает сходящность сходящихся лучей. Представленные здесь сходящиеся лучи можно рассматривать как преломленные другой выпуклой линзой с большим фокусом и, проходя дальше к точке схождения, перехваченные линзой AB. Точка D - это место, где лучи сошлись бы в фокус, если бы они не были таким образом перехвачены. На рис. 11 показан ход расходящихся лучей при



Если бы линза А В, рис. 9, на которую падают параллельные лучи, была *плосковыпуклой*, как показано на рис. 5, лучи сходились бы к точке Р, радиус которой вдвое больше или всего диаметра сферы, сегментом которой она является. Если учитывать толщину плосковыпуклой линзы и подвергать ее воздействию выпуклой стороной параллельных лучей, как солнечные, фокус будет находиться на расстоянии *удвоенного радиуса, то есть на расстоянии двух третей толщины линзы*. Но если подвергнуть ту же линзу воздействию параллельных лучей плоской стороной, фокус будет находиться точно на расстоянии удвоенного радиуса от стекла.

рисунок 12.



Основное фокусное расстояние  $E_f$  такое же, как у выпуклых линз. Вогнутые очки используются для коррекции несовершенного зрения близоруких людей. Поскольку форма глаза таких людей слишком выпуклая, лучи вынуждены сходиться, прежде чем они достигнут зрительного нерва; и поэтому вогнутое стекло, вызывающее небольшое расхождение, способствует этому дефекту зрения, уменьшая эффект, производимый слишком большой выпуклостью глаза, и удлинняя его

фокусировку. Эти очки в наше время редко используются в конструкции оптических приборов, за исключением очков для небольших карманных съемок и театральных биноклей.

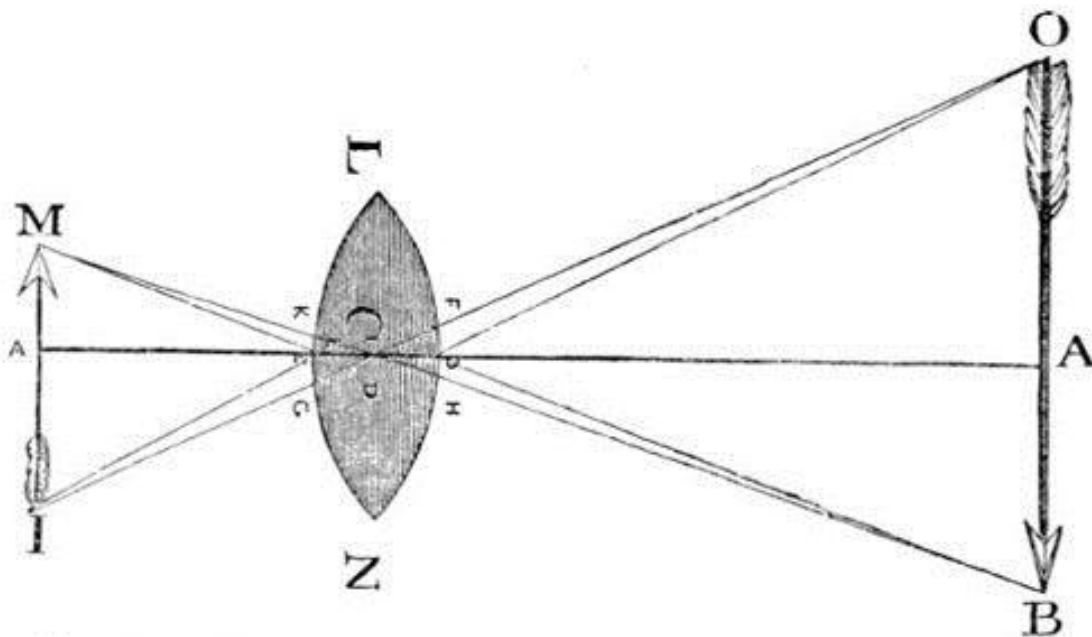
*Чтобы найти фокусное расстояние вогнутого стекла.* Возьмите лист картона для наклеивания или картонной бумаги и вырежьте в нем круглое отверстие, не больше диаметра линзы; а на другом листе картона для наклеивания опишите круг, диаметр которого как раз вдвое больше диаметра отверстия. Затем приложите кусочек с отверстием к линзе и держите его в лучах солнца, держа другой кусочек на таком расстоянии позади, чтобы свет, исходящий из отверстия, мог распространяться или расходиться так, чтобы точно заполнить круг; тогда расстояние круга от линзы равно его виртуальному фокусу или его радиусу, если он двойной вогнутый, и его диаметру, если плосковогнутый. Пусть  $d$ ,  $e$ , (рис. 12,) представляют диаметр отверстия, а  $g$ ,  $i$ , диаметр окружности, тогда расстояние  $C$ ,  $I$ , является виртуальным фокусом линзы.<sup>9</sup>

The *Мениск*, представленный на рис. 5, похож на кристалл обычных часов, и поскольку выпуклость такая же, как и вогнутость, он не увеличивается и не уменьшается. Иногда, однако, ее делают в форме полумесяца, как на  $F$ , рис. 5, и называют *вогнуто-выпуклой* линзой; и когда выпуклость больше вогнутости или когда она самая толстая в середине, она действует почти так же, как двойная или плосковыпуклая линза с тем же фокусным расстоянием.

*Из ИЗОБРАЖЕНИЙ, сформированных выпуклыми линзами.*

Это замечательное обстоятельство, которое, естественно, вызвало бы восхищение, не будь оно столь распространенным и хорошо известным, что *когда лучи света от какого-либо объекта преломляются через выпуклую линзу, они рисуют отчетливую и точную картину находящегося перед ней объекта во всех его цветах, оттенках и пропорциях.* До опыта мы и представить себе не могли, что свет, проходя через такие вещества и собираясь в точку, может производить столь восхитительный эффект — эффект, от которого зависят конструкция и полезность всех наших оптических приборов. Следующий рисунок проиллюстрирует эту позицию. Пусть  $L$ ,  $N$  представляют собой двойную выпуклую линзу,  $A$ ,  $C$ ,  $a$ , ее ось, и  $OB$ , объект, перпендикулярный к ней. Луч, проходящий от конечности объекта в точке  $O$ , после преломления линзой в точке  $F$  будет проходить дальше в направлении  $FI$  и формировать изображение этой части объекта в точке  $I$ . Этот луч будет осью всех лучей, которые падают на линзу из точки  $O$ , а  $a$  я буду фокусом, в котором все они будут собраны. Подобным образом  $BSM$  является осью того пучка лучей, которые исходят из конечности объекта  $B$ , и их фокус будет находиться в точке  $M$ ; и поскольку все точки объекта между  $O$  и  $B$  обязательно должны иметь свои фокусы между  $I$  и  $M$ , будет изображена полная картина точек, из которых они исходят, и, следовательно, изображение всего объекта  $OB$ .

*рисунок 13.*



Let L, N, represent a double convex lens, A, C,

Из рисунка очевидно, что изображение объекта формируется в фокусе объектива, в *перевернутом положении*. Она обязательно должна находиться в этом положении, поскольку лучи пересекаются в точке С, центре линзы; и поскольку невозможно, чтобы лучи от верхней части объекта О могли быть перенесены путем преломления к верхнему краю изображения в точке М. Это универсальный принцип по отношению к выпуклым линзам любого описания, и его необходимо соблюдать при конструировании и использовании всех видов телескопов и микроскопов. Это легко проиллюстрировать экспериментом. Возьмите выпуклую линзу с фокусным расстоянием восемь, двенадцать или пятнадцать дюймов, например, стекло для чтения или стекло от очков, и, держа ее на фокусном расстоянии от белой стены на одной линии с горящей свечой, увидите, что пламя свечи изображено на стене в перевернутом положении или перевернуто вверх ногами. Тот же эксперимент можно провести с оконной рамой или любым другим ярким предметом. Но самая красивая демонстрация изображений объектов, сформированных выпуклыми линзами, производится затемнением комнаты и помещением выпуклой линзы с большим фокусным расстоянием в отверстие, вырезанное в оконной ставне; когда красивый перевернутый пейзаж или изображение всех объектов перед окном будут нарисованы на белой бумаге или экране, помещенном в фокус стекла. Сформированное таким образом изображение демонстрирует не только пропорции и цвета, но и движения всех объектов напротив объектива, образуя как бы живой пейзаж. Это свойство линз закладывает основу камеры-обскуры, инструмента, который будет описан позже.

Можно сформулировать следующие принципы применительно к изображениям, формируемым выпуклыми линзами. 1. Что *изображение наклоняется к центру стекла под тем же углом, что и сам объект*. Если бы глаз располагался в точке С, центре линзы LN, рис. 13, он видел бы объект ОВ и изображение IM под одним и тем же оптическим углом, или, другими словами, они казались бы одинаково большими. Ибо всякий раз, когда прямые пересекают друг друга, как ОI и ВМ, противоположные углы всегда равны, то есть угол МСI равен углу ОСВ. 2. *Длина изображения, сформированного выпуклой линзой, равна длине объекта, поскольку*

расстояние изображения равно расстоянию объекта от линзы: то есть  $MI$  равно  $OB$  :: как  $Ca$  к  $CA$ . Предположим, что расстояние объекта  $CA$  от объектива равно сорока восьми дюймам, длина объекта  $OB =$  шестнадцати дюймам, а расстояние изображения от объектива равно шести дюймам, тогда длина изображения будет найдена из следующей пропорции,  $48 : 16 :: 6 : 2$ , то есть длина изображения, в таком случае, составляет два дюйма. 3. Если объект находится на бесконечном расстоянии, изображение будет сформировано точно в фокусе. 4. Если объект находится на одинаковом расстоянии от объектива, как свое внимание, изображение удаляется на бесконечное расстояние на противоположной стороне; иными словами, лучи будут проходить в параллельном направлении. По этому принципу уличные фонари иногда направляются так, чтобы отбрасывать яркий свет вдоль пешеходной дорожки там, где это необходимо, когда большое выпуклое стекло помещается на фокусном расстоянии от горелки; и по тому же принципу свет отбрасывается на большое расстояние от маяков либо очень большой выпуклой линзой с коротким фокусным расстоянием, либо вогнутым отражателем. 5. Если объект находится на удвоенном расстоянии фокусировки от стекла, изображение также будет находиться на удвоенном расстоянии фокусировки от стекла. Таким образом, если линзу с фокусным расстоянием шесть дюймов держать на расстоянии двенадцати дюймов от свечи, изображение свечи будет сформировано на расстоянии двенадцати дюймов от стекла с другой стороны. 6. Если объект находится немного дальше от объектива, чем его фокусное расстояние, будет сформировано изображение на расстоянии от объекта, которое будет больше или меньше пропорционально расстоянию. Например, если сфокусировать объектив в пять дюймов и держать его на расстоянии чуть более пяти дюймов от свечи, а стену или экран на расстоянии пяти футов шести дюймов получить изображение, то получится большое перевернутое изображение свечи, которое будет увеличиваться пропорционально тому, как расстояние стены от свечи превышает расстояние объектива от свечи. Предположим, что расстояние между линзами составляет пять с половиной дюймов, тогда расстояние от стены, на которой формируется изображение, будет в двенадцать раз больше, и изображение свечи будет увеличено в двенадцать раз. Если  $MI$  (рис. 13.) рассматривать как объект, то  $OB$  будет представлять собой увеличенное изображение на стене. По этому принципу изображение объекта формируется маленьким предметным стеклом составного микроскопа. По тому же принципу большие картины создаются "Волшебным фонарем" и "Фантазмагорией"; и точно так же маленькие объекты изображаются в увеличенном виде на листе или стене с помощью Солнечного микроскопа. 7. Все выпуклые линзы увеличивают объекты, видимые через них, в большей или меньшей степени. Чем короче фокусное расстояние объектива, тем больше увеличительная мощность. Объектив с фокусным расстоянием в четыре дюйма увеличит объекты, находящиеся в фокусе, в два раза по длине и ширине; объектив с фокусом в два дюйма увеличит в четыре раза, объектив с фокусом в один дюйм - в восемь раз; объектив с фокусом в полдюйма - в шестнадцать раз и т.д. Предположим, что восемь дюймов - это наименьшее расстояние, на котором мы отчетливо видим близкие объекты. При просмотре объектов с помощью небольших линз объект, подлежащий увеличению, должен располагаться точно на фокусном расстоянии объектива, а глаз примерно на таком же расстоянии с другой стороны объектива. Когда мы говорим об увеличительной способности, как, например, о том, что объектив с фокусным расстоянием в один дюйм увеличивает объекты в восемь раз, следует понимать линейные размеры объекта. Но поскольку каждый объект, на который мы смотрим, имеет ширину так же, как и длину, поверхность объекта в действительности увеличена в шестьдесят четыре раза, или в квадрате его линейных

размеров; и по той же причине линза с фокусным расстоянием в полдюйма увеличивает *поверхности* объектов в 256 раз.

#### *Размышления, вытекающие из предыдущей темы.*

Таковы некоторые из ведущих принципов, которые необходимо учитывать при конструировании телескопов-рефракторов, микроскопов и других диоптрийных приборов, характеристики которых в основном зависят от *преломления* света.—Заслуживает особого внимания, что все явления оптических линз, описанные сейчас, зависят от того особого свойства, которое Создатель вложил в лучи света, а именно, что, *когда они преломляются до фокуса выпуклым прозрачным веществом, они создают точное изображение объектов, из которых они исходят*. Это, каким бы распространенным ни было и как бы сильно ни упускалось из виду большей частью человечества, действительно является очень удивительным свойством, которым был наделен свет. До опыта мы не могли и представить себе, что такой эффект будет произведен; и, во-первых, мы, возможно, не смогли бы проследить его до всех его последствий. Насколько нам известно, все объекты в творении могли бы быть освещены так, как они освещены сейчас, не испуская ни прямых, ни отраженных лучей, *обладающих свойством формировать точные изображения объектов, от которых они исходили*. Но мы находим, что это универсальный закон в отношении света любого описания, независимо от того, исходит ли он непосредственно от солнца, или отражается от объектов, которые оно освещает, или исходит от тел, искусственно освещенных. Это закон или свойство света не только в нашей собственной системе, но и во всех системах Вселенной, в которые еще не проникли глаза смертных. Лучи от самой отдаленной звезды, которую когда-либо наблюдали астрономы, наделены этим свойством, иначе они никогда не были бы восприняты с помощью наших оптических инструментов; ибо именно благодаря картинкам или изображениям, формируемым в этих инструментах, такие отдаленные объекты становятся видимыми. Следовательно, без этого свойства света у нас не было бы телескопов, и, следовательно, мы не смогли бы обозревать, как мы можем это делать сейчас, холмы и долины, глубокие пещеры, обширные равнины, круглые горные цепи и многие другие новые пейзажи, которые разнообразят поверхность нашей Луны. Мы ничего не знали бы ни об огромных пятнах, появляющихся на поверхности Солнца, ни о фазах Венеры, ни о спутниках и поясах Юпитера, ни о величественных кольцах Сатурна, ни о существовании Урана и его шести спутников, ни о планетах Веста, Юнона, Церера и Паллада, и не смогли бы точно определить размеры ни одного из этих тел. Но, прежде всего, мы должны были бы оставаться в полном неведении о чудесных явлениях двойных звезд, которые демонстрируют, что солнца вращаются вокруг солнц, о тысячах и миллионах звезд, которые заполняют глубины Млечного Пути и другие области небес, о тысячах туманностей или звездных систем, которые рассеяны по всей необъятности небосвода, и о многих других объектах возвышенности и величия, которые наполняют созерцательный ум восхищением и трепетом и поднимают его способности к более высоким представлениям, чем он мог бы сформировать в противном случае, о всемогуществе и грандиозности вселенной. Всемогущий Творец.

Без этого свойства лучей света мы также нуждались бы в использовании микроскопа — инструмента, который раскрыл мир, невидимый обычным глазам, и открыл нашему взору самые удивительные проявления Божественного механизма, а также мудрости и разума Вечного Разума. Мы должны были бы не знать о тех племенах живых существ, невидимых невооруженным глазом, которые содержатся в воде, уксусе и многих других жидкостях, многие из которых в двадцать тысяч раз меньше малозаметной точки, и все же демонстрируют такое же

замечательное мастерство и изобретательность в своем строении, какие проявляются при формировании более крупных животных. Мы никогда бы не увидели пурпурного прилива жизни и даже шариков крови, с быстротой катящихся по венам и артериям размером меньше тончайшего волоса; или не имели бы ни малейшего представления о том, что бесчисленные виды живых существ, настолько крошечных, что миллион из них меньше песчинки, могли быть сделаны видимыми человеческими глазами, или что такое количество сосудов, жидкостей, движений, разнообразных органов чувств и такое изобилие богатейших украшений и самых ярких красок могло быть сосредоточено в одной точке. Нам никогда бы не пришло в голову, что даже атмосфера наполняется невидимой одушевленностью, что воды изобилуют бесчисленными мириадами чувствительных существ, что вся земля полна жизни и что едва ли на ней есть дерево, растение или цветок, которые не давали бы пищу и кров особому виду обитателей, которые наслаждаются радостями существования и разделяют щедрость Создателя. Мы не могли бы составить никакого представления о красоте и разнообразии механизмов, которые представлены в декорациях того невидимого мира, с которым знакомит нас микроскоп, — красоте и разнообразии с точки зрения орнамента и тонкого устройства, которые даже превосходят то, что можно увидеть в видимых процессах и аспектах окружающей нас природы. Мы находим суставы, мышцы, сердце, желудок, внутренности, вены, артерии, разнообразие движений, разнообразие форм и множество частей и функций — в дышащих атомах. Мы видим в маленьком волоконец павлиньего пера, длиной не более одной восьмой дюйма, изобилие красот, не менее восхитительных, чем невооруженным глазом предстает целое перо — стебель, от которого отходят множество боковых ответвлений, каждое из которых выпускает множество маленьких веточек, состоящих из множества ярких блестящих шаровидных частей, украшенных богатым разнообразием цветов. На срезах растений мы видим тысячи и десятки тысяч трубочек, пор и других сосудов для транспортировки воздуха и соков, необходимых для жизнедеятельности растения; в некоторых случаях более десяти сотен тысяч из них сжаты в пространстве диаметром в четверть дюйма и представляют глазу самые красивые конфигурации. Нет ни сорняка, ни мха, ни самого незначительного растения, которое не имело бы множества сосудов, расположенных самым причудливым образом для циркуляции сока для его питания, и которое не было бы украшено бесчисленными изяществами для своего украшения. Все эти и десятки тысяч других чудес, которые лежат за пределами естественного зрения, в этой новой и неисследованной области Вселенной, были бы навсегда скрыты от нашего взора, если бы Творец не наделил лучи света способностью *создавать образы предметов*, преломляясь выпуклыми прозрачными веществами.

В этом случае, как и во многих других, мы видим образец восхитительных и разнообразных эффектов, которые Творец может произвести с помощью единственного принципа в природе. С помощью оптических приборов мы теперь можем получить более детальное и обширное представление об удивительных действиях природы, как на небе, так и на земле, чем могли предположить прежние поколения. Эти взгляды, как правило, повышают наши представления об атрибутах этого Всемогущего Существа, которое руководит всеми механизмами материальной системы, и представляют их нашему созерцанию с новой, более возвышенной и расширительной точки зрения. Следовательно, существует связь, которую можно проследить между кажущимся случайным принципом формирования лучами света образов объектов и всеобъемлющими представлениями, которые мы теперь можем составить о характере и совершенствах Божества. Без существования закона или принципа, о котором идет речь, мы не смогли бы в нынешнем состоянии сформировать точно такие же представления ни о

Всемогуществе, ни о мудрости и разумности Всемогущего. Если бы никогда не был изобретен микроскоп, идея никогда не могла бы прийти в голову человеку, что миры живых существ существуют за пределами диапазона естественного зрения, что существуют организованные существа, обладающие одушевленностью, общий объем которых составляет менее десятитысячной доли мельчайшей песчинки; что, спускаясь от видимой точки на тысячи градусов дальше от нее, существует невидимый мир, населенный племенами всех форм и размеров, масштабы которого и насколько далеко он уходит в бесконечность вниз, смертные еще никогда не исследовали и, возможно, никогда не смогут постичь. Одно это обстоятельство представляет перед нами совершенства божества в новом аспекте и ясно указывает на то, что воля и намерение Божества состоит в том, чтобы мы исследовали его деяния и законы, по которым регулируется материальный мир, чтобы мы могли приобрести более широкие представления о его характере и действиях. Следовательно, изобретения человека в области искусства и науки следует рассматривать не просто как случайные явления, но как особые меры божественного правления, направленные на то, чтобы продвинуть человеческий разум к более ясному и широкому видению сцен Вселенной, а также атрибутов и деятельности Того, “кто прекрасен в советах и превосходит в работе”.

## ГЛАВА IV.

### ОБ ОТРАЖЕНИИ СВЕТА.

The *Отражение* лучей света — это то свойство, благодаря которому после приближения к поверхностям тел они отбрасываются назад или отталкиваются. Именно благодаря этому свойству все окружающие нас объекты и все разнообразные ландшафты на нашем земном шаре становятся видимыми. Именно светом, отраженным от их поверхностей, мы воспринимаем планетные тела и их спутники, пояса Юпитера, кольца Сатурна, различные объекты, украшающие поверхность Луны, и все тела во вселенной, которые не имеют собственного света. Когда лучи света падают на грубые и неровные поверхности, они отражаются очень неравномерно и рассеиваются во всех направлениях, вследствие чего тысячи глаз одновременно могут воспринимать одни и те же объекты во всех их специфических цветах, аспектах и соотношениях. Но когда они падают на определенные гладкие и полированные поверхности, они отражаются регулярно и в соответствии с определенными законами. Такие поверхности, тщательно отполированные, называются *Зеркалами* или *Зеркальцами*; и именно на отражение света от таких поверхностей и производимые им эффекты я сейчас должен обратить внимание читателя.

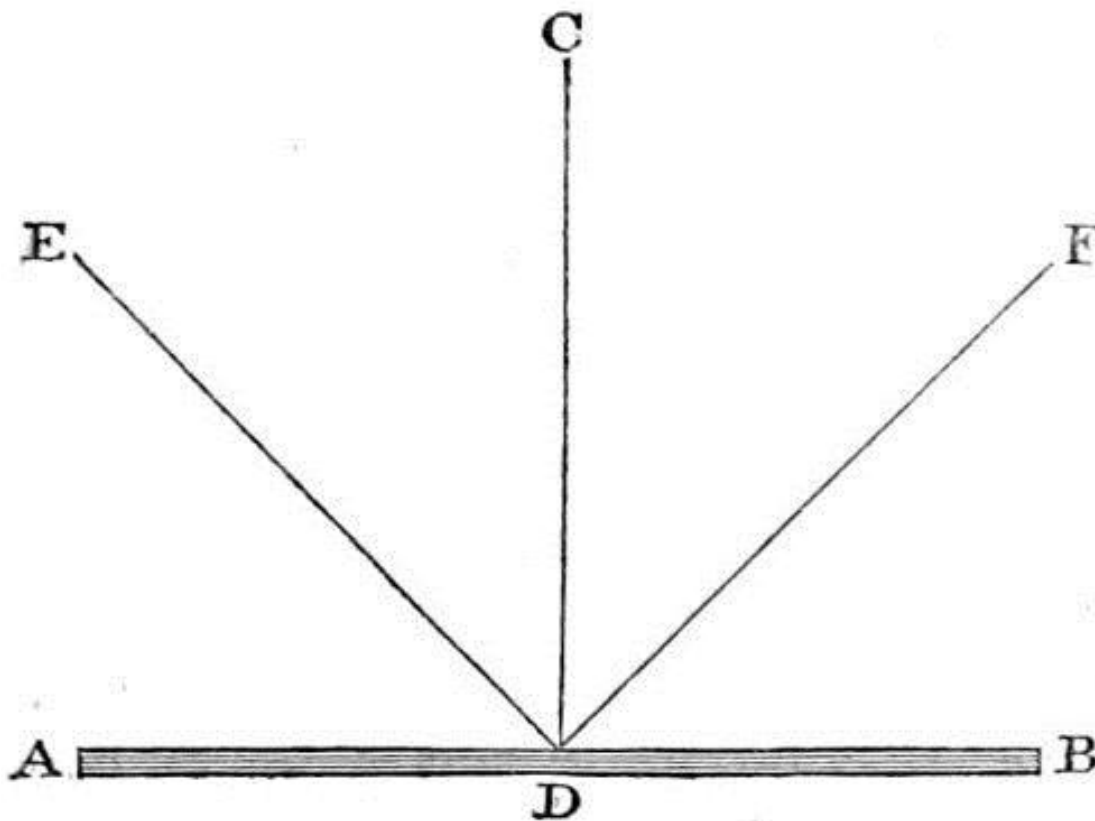
Зеркала, или Зеркальца, можно разделить на три вида: *плоские*, *вогнутые* и *выпуклые*, в зависимости от того, ограничены они плоскими или сферическими поверхностями. Они изготавливаются либо из *металла* либо из *стекла*, и их поверхности тщательно отполированы с целью отражения наибольшего количества лучей. Те, что сделаны из стекла, с одной стороны покрыты пластинами или ртутью; а металлические зеркала обычно состоят из различных металлических материалов, которые при точной полировке отражают наибольшее количество света. Прежде всего, я проиллюстрирую явление отражения, создаваемого *плоскими зеркалами*.

Когда свет падает на полированную плоскую поверхность, скорее чем половина его отражается или отбрасывается назад в направлении, аналогичном направлению его приближения; то есть, если он падает *перпендикулярно* полированной поверхности, он будет отражаться

перпендикулярно; но если он падает *наклонно*, он будет отражаться с той же наклонностью. Следовательно, следующий фундаментальный закон, касающийся отражения света, был выведен как из эксперимента, так и из математической демонстрации, а именно, что *угол отражения во всех случаях в точности равен углу падения*. Это закон, который универсален во всех случаях отражения, будь то от плоских или сферических поверхностей, или независимо от того, являются ли эти поверхности вогнутыми или выпуклыми, и который требует признания при конструировании всех приборов, которые зависят от отражения лучей света. Следующий рисунок (рис. 14) проиллюстрирует указанную сейчас позицию.

Пусть АВ представляет собой плоское зеркало, а CD - линию или луч света, перпендикулярный ему. Пусть FD представляет собой *падающий* луч от любого объекта, тогда DE будет отраженным лучом, отброшенным назад в направлении от D к E, и он составит с перпендикуляром CD тот же угол, который падающий луч FD составлял с тем же перпендикуляром, то есть угол FDC будет равен углу EDC, во всех случаях наклона. Падающий луч света можно рассматривать как отражающийся от зеркала, подобно теннисному мячу от мраморного тротуара или стены корта.

рисунок 14.

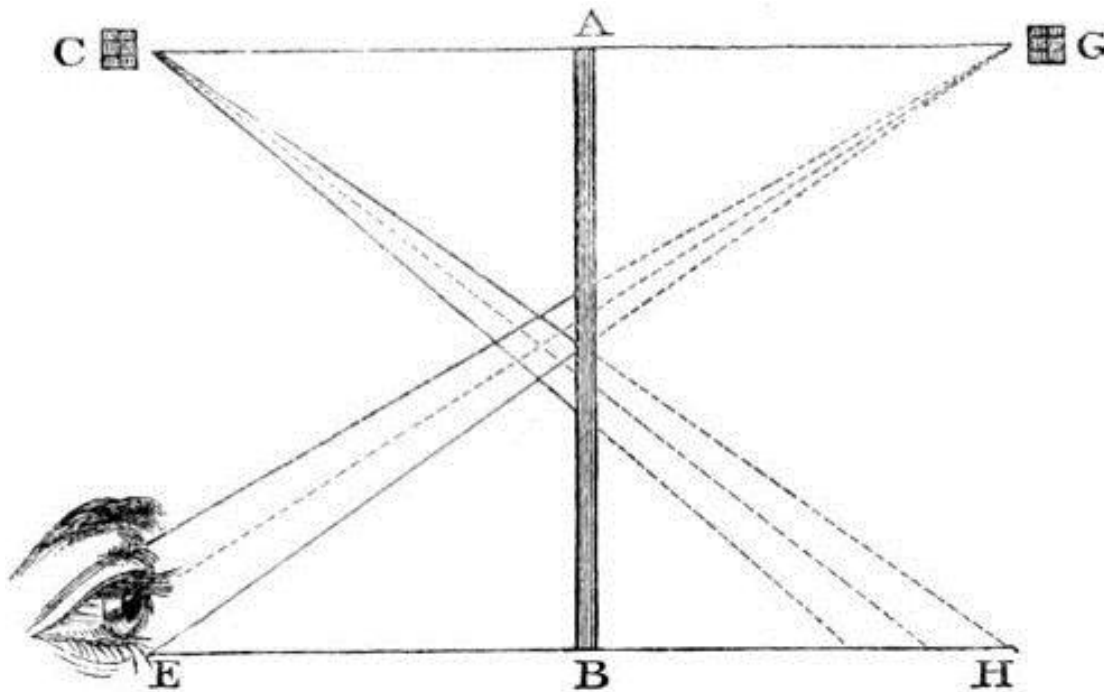


Рассматривая объекты с помощью отражения, мы видим их в направлении, отличном от того, в котором они находятся на самом деле, а именно вдоль линии, по которой лучи доходят до нас последними. Таким образом, если АВ (рис. 15) представляет собой плоское зеркало, изображение объекта С предстает глазу в точке Е за зеркалом, в направлении EG, и всегда в точке пересечения G перпендикуляра CG и отраженного луча EG — и, следовательно, в точке G



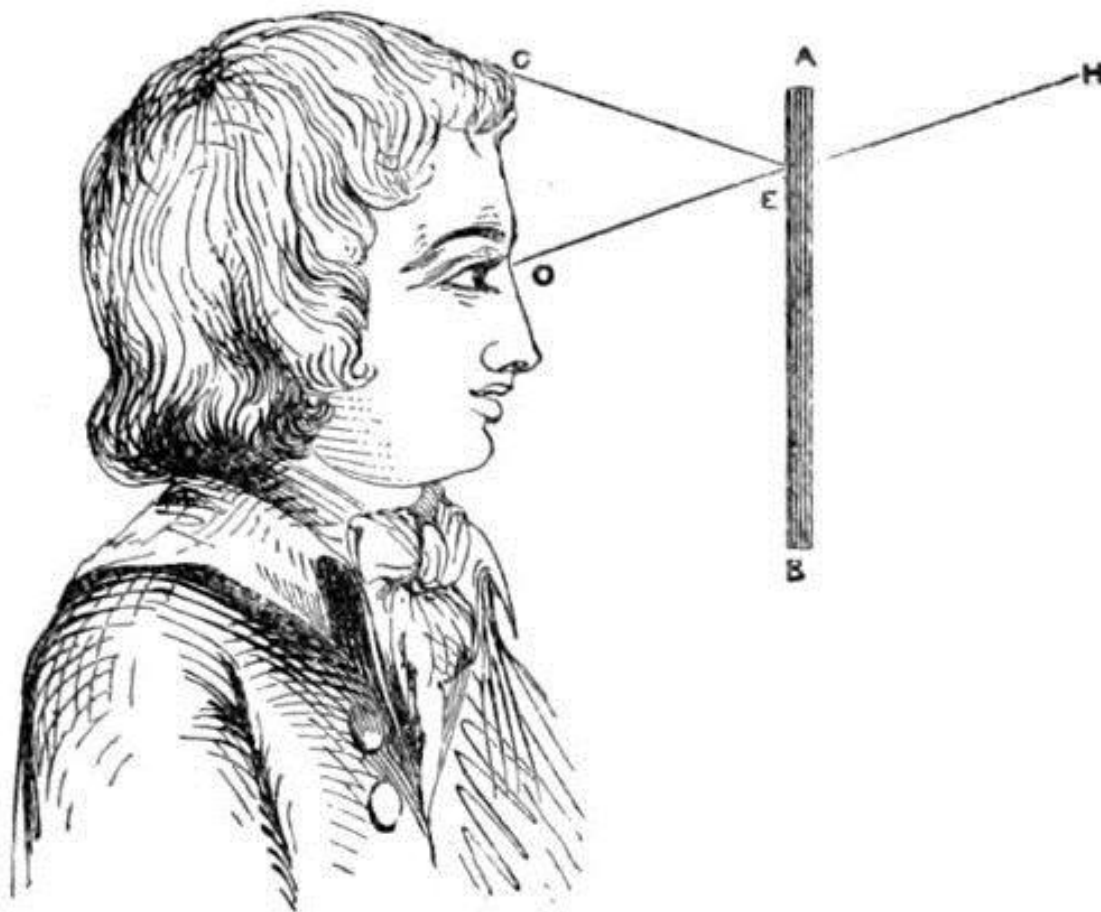
на таком же расстоянии за зеркалом, на каком объект С находится перед ним. Таким образом, мы видим изображение в виде линии, НАПРИМЕР, направления, в котором проходят отраженные лучи. Плоское зеркало не изменяет форму или размер объектов; но все изображение равно и похоже на объект в целом и имеет такое же положение по отношению к одной стороне плоскости, что и объект по отношению к другой.

рисунок 15.



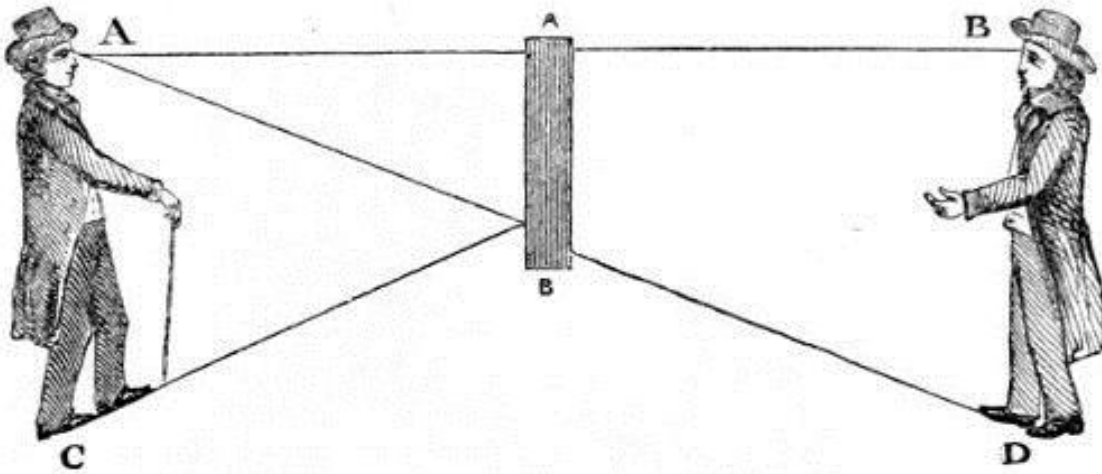
Мистер Уокер иллюстрирует способ, которым мы видим свои лица в зеркале, следующим рисунком (16). АВ представляет зеркало, а ОС - человека, смотрящего в него. Если мы представим себе луч, исходящий ото лба СЕ, он будет направлен в глаз под углом О, соответствующим углу падения и отражения. Но разум выстраивает СЕО в одну линию, и лоб виден в точке Н, как если бы линии СЕО повернулись на шарнире в точке Е. — Это кажется удивительной способностью ума соединять две косые линии СЕ и ОЕ в одну прямую линию, О, но это видно каждый раз, когда мы смотрим в зеркало. Ибо луч действительно прошел от С до Е и от Е до О, и именно это путешествие определяет расстояние до объекта; и, следовательно, мы видим себя за зеркалом настолько далеко, насколько мы находимся от него. Хотя луч здесь берется только от одной части лица, можно легко предположить, что лучи от любой другой части лица должны производить аналогичный эффект.

рисунок 16.



В любом обычном зеркале изображение всегда совпадает с объектом, на каком бы расстоянии он ни находился; и поскольку зеркало находится только на половине расстояния изображения от глаза, оно полностью получит изображение, *вдвое* превышающее его собственную длину. Следовательно, человек шести футов ростом может видеть себя полностью в зеркале трех футов в длину и половины своей ширины; и это будет иметь место на каком бы расстоянии он ни стоял от зеркала. Таким образом, человек AC (рис. 17) увидит все свое изображение в стекле AB, которое всего лишь вдвое меньше его самого. Лучи от головы проходят к зеркалу по линии Aa, перпендикулярной зеркалу, и возвращаются к глазу по той же линии; следовательно, пройдя вдвое больше длины Aa, человек должен видеть свою голову в точке B. От его ног лучи C будут направлены к нижней части зеркала в точке B; они будут отражаться под равным углом к глазу в направлении BA, как если бы они проходили в направлении DbA, так что человек увидит свою ногу в точке D и, следовательно, всю свою фигуру в точке BD.

рисунок 17.

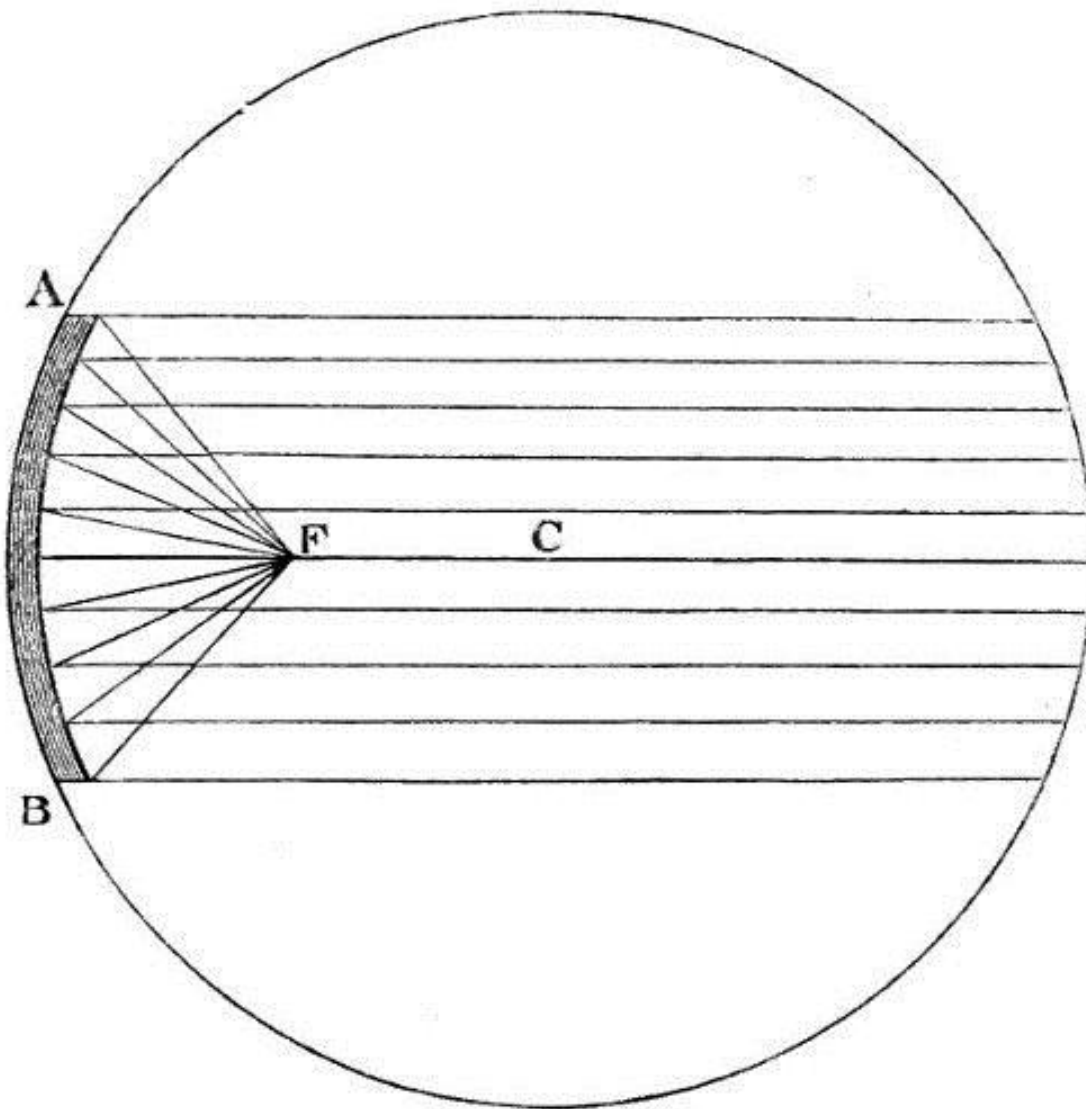


Человек, глядя в зеркало, всегда будет видеть свое собственное изображение так же далеко за зеркалом, как и перед ним, и когда он движется к нему или от него, изображение в то же время будет двигаться к нему или от него с другой стороны; но, по-видимому, с двойной скоростью, потому что два движения равны и противоположны. Аналогичным образом, если, пока зритель находится в состоянии покоя, объект находится в движении, то будет видно, что его изображение за зеркалом движется в то же время. И если зритель движется, изображения объектов, которые находятся в состоянии покоя, будут казаться приближающимися или удаляющимися от него таким же образом, как когда он движется к реальным объектам; плоские зеркала отражают не только объект, но и расстояние, и это точно в его естественных размерах —Следующий принцип достаточен для объяснения большинства явлений, наблюдаемых в плоском зеркале, а именно:—*Что изображение объекта, видимого в плоском зеркале, всегда перпендикулярно зеркалу, соединяющему объект и изображение, и что изображение находится с одной стороны зеркала в той же степени, в какой объект находится с другой.*

#### *Отражение выпуклыми и вогнутыми зеркалами.*

Как выпуклые, так и вогнутые зеркала состоят из частей сферы. Выпуклое зеркало шлифуется и полируется в *вогнутой* тарелке или инструменте, представляющем собой часть сферы, а вогнутое зеркало шлифуется на выпуклом инструменте. Внутренняя поверхность сферы подводит параллельные лучи к фокусу на *одной четвертой* ее диаметра, как показано на следующем рисунке, где С - центр сферы, на котором сформировано вогнутое зеркало АВ, а F - фокус, в котором параллельные лучи от удаленного объекта будут объединены после отражения, то есть на расстоянии половины радиуса или одной четвертой диаметра от поверхности зеркала. Если бы зеркало такого типа было представлено солнцу, F было бы точкой, в которой отраженные лучи сходились бы в фокус и поджигали горючие вещества, если зеркало имеет большой диаметр и короткое фокусное расстояние. Если бы свеча была помещена в этот фокус, ее свет отражался бы параллельно, как показано на рисунке. Это свойства вогнутого зеркала, на которые необходимо обратить особое внимание при конструировании телескопов-отражателей. Из вышесказанного следует, что если мы намереваемся сформировать зеркало с определенным фокусным расстоянием, например, в два фута, необходимо, чтобы его *шлифовали инструментом, радиус которого вдвое превышает это расстояние*, или четыре фута.

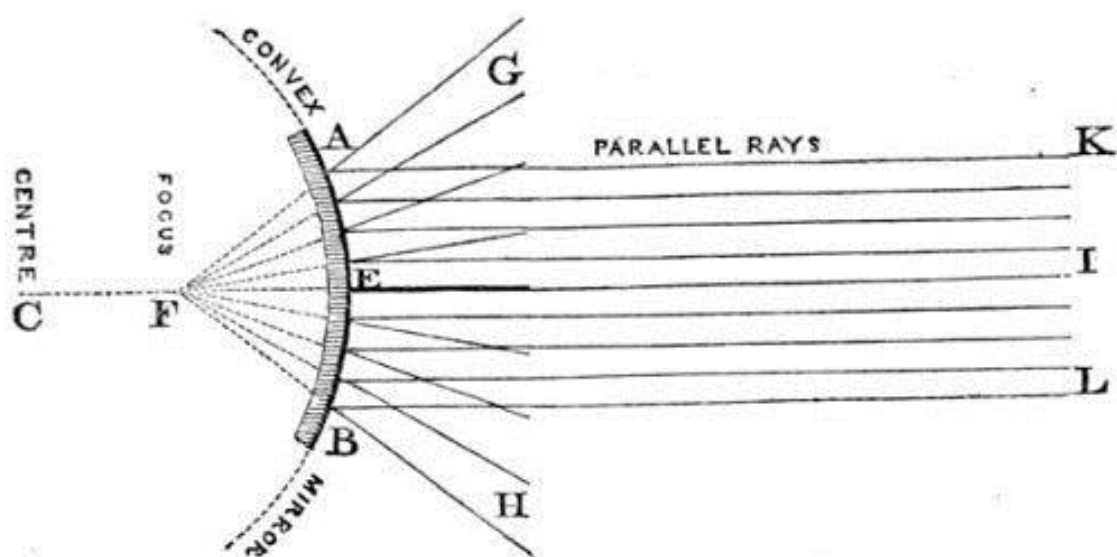
рисунок 18.



#### Свойства выпуклых зеркал.

От выпуклой поверхности параллельные лучи при отражении расходятся; сходящиеся лучи отражаются менее сходящимися; а расходящиеся лучи становятся более расходящимися. Природа всех выпуклых зеркал и поверхностей такова, что они рассеивают или *рассеивают* лучи света и в любом случае препятствуют их сближению. На следующем рисунке показан ход параллельных лучей, отраженных от выпуклого зеркала. АЕВ - выпуклая поверхность зеркала; а КА, т.е. LB, параллельные лучи, падающие на него. Эти лучи, когда они попадают на зеркало, заставляются расходиться в направлении AG, ВН и с. и как параллельные, так и расходящиеся лучи здесь представлены так, как они выглядят в темной камере, когда солнечным лучам подставляют выпуклое зеркало. Пунктирные линии обозначают только направление отраженных лучей к *виртуальному* фокусу F, если бы они не были перехвачены зеркалом. Этот виртуальный фокус как раз равен половине радиуса СЕ.

рисунок 19.



Ниже приведены некоторые свойства выпуклых зеркал: 1. Изображение всегда отображается вертикально и за отражающей поверхностью. 2. Изображение всегда меньше объекта, и уменьшение увеличивается пропорционально удалению объекта от зеркала, но если объект касается зеркала, изображение в точке соприкосновения имеет тот же размер, что и объект. 3. Изображение не появляется так далеко за отражающей поверхностью, как в обычном зеркале. 4. Изображение прямого объекта, расположенного параллельно или наклонно зеркалу, в зеркале видится *изогнутым*, потому что не все различные точки объекта находятся на равном расстоянии от поверхности зеркала. 5. Вогнутые зеркала имеют *реальный* фокус, в котором фактически формируется изображение; но выпуклые зеркала имеют только *виртуальный* фокус, и этот фокус находится за зеркалом; перед ним не формируется изображение какого-либо объекта.

Ниже приведены некоторые из целей, для которых применяются выпуклые зеркала. Они часто используются художниками для уменьшения пропорций объектов, которые они хотят изобразить, поскольку изображения объектов уменьшаются пропорционально малости радиуса выпуклости и расстояниям объектов от поверхности зеркала. Они являются модной частью современной мебели, поскольку демонстрируют большую компанию, собравшуюся в комнате, со всей имеющейся в ней мебелью, в очень маленьком масштабе, так что большой зал со всеми его предметами и даже обширный пейзаж, уменьшенный в размерах, можно увидеть с одной точки зрения. Они также используются в качестве небольшого зеркала в тех телескопах-рефлекторах, которые установлены по *плану Кассегрена*, и в конструкции микроскопа-рефлектора Смита. Но в целом они очень мало используются в конструкции оптических приборов.

#### *Свойства вогнутых зеркал.*

Вогнутое зеркало обладает свойствами, сильно отличающимися от свойств выпуклого; они имеют большее значение при конструировании телескопов-отражателей и других оптических инструментов; и поэтому требуют более подробного описания и иллюстрации. Вогнутые зеркала заставляют сходиться параллельные лучи; они увеличивают сходимость лучей, которые уже сходятся; они уменьшают расхожимость расходящихся лучей; и, в некоторых случаях, делают их параллельными и даже сходящимися; все эти эффекты пропорциональны вогнутости зеркала.

На следующих рисунках показан ход расходящихся и параллельных лучей, отраженных от вогнутых зеркал.

На рис. 20 показан ход *параллельных* лучей, а АВ - вогнутое зеркало, на которое они падают. В этом случае они отражаются так, чтобы объединиться в точке F, которая удалена от его поверхности на *одну четвертую* диаметра сферы зеркала. Эта точка называется фокусом параллельных лучей, или *истинным фокусом зеркала*. И, поскольку солнечные лучи параллельны между собой, если они попадут на вогнутое зеркало, все они отразятся в эту точку и там сгорят пропорционально количеству лучей, собранных зеркалом. На рис. 21 показано направление *расходящихся* лучей или тех, которые исходят от близкого объекта. Эти лучи, исходящие от объекта, расположенного дальше от зеркала, чем истинная фокальная точка, например, от D к А и к В, отражаются сходящимися и встречаются в точке F, *более удаленной от зеркала*, чем фокальная точка параллельных лучей. Если расстояние до источника, или объекта D, равно радиусу CE, то фокусное расстояние также будет равно радиусу: то есть, если объект поместить в центр вогнутого зеркала, изображение отразится на объекте, или будет казаться, что они встречаются и обнимают друг друга в центре. Если расстояние до радианта будет равно половине радиуса, его изображение отразится на бесконечное расстояние, так как тогда лучи будут параллельны. Следовательно, если поместить светящееся тело на расстоянии половины радиуса от вогнутого зеркала, оно будет освещать места непосредственно перед собой на больших расстояниях. Отсюда их использование, когда их помещают за свечой в обычном фонаре; отсюда их полезность в отбрасывании света на предметы в "Волшебном фонаре" и "Фантазмагории", и отсюда огромное значение очень больших зеркал такого типа, которые сейчас используются в большинстве наших маяков для отбрасывания яркого света на большие расстояния в море, чтобы направлять моряка, когда он прокладывает курс под ночными облаками.

рисунок 20.

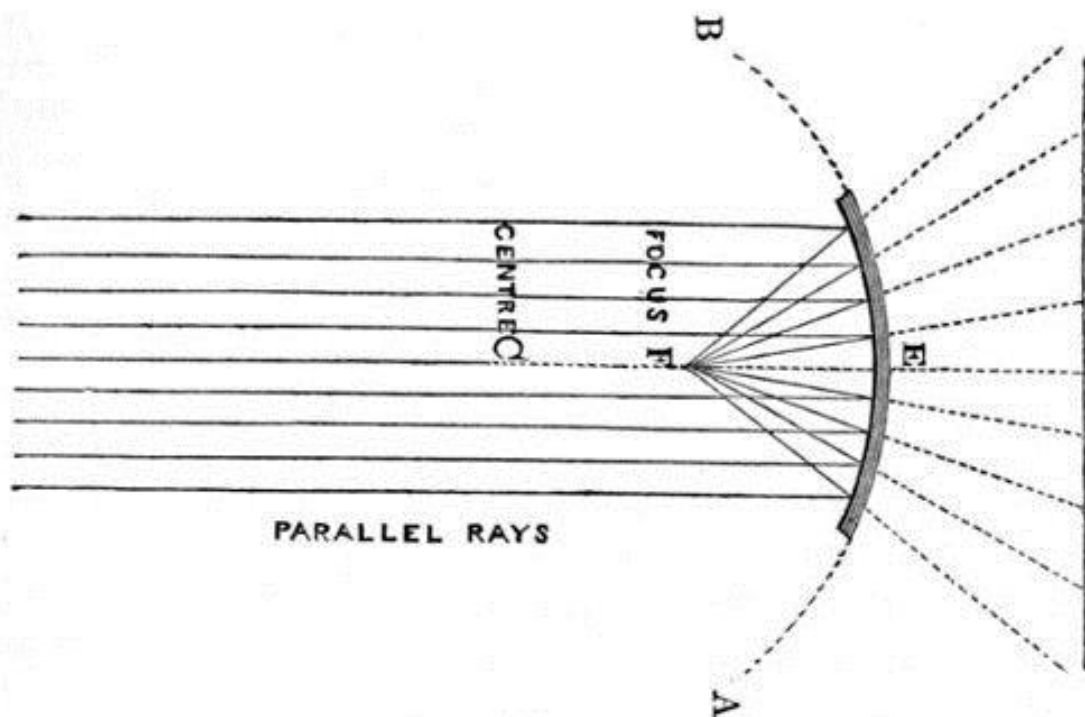
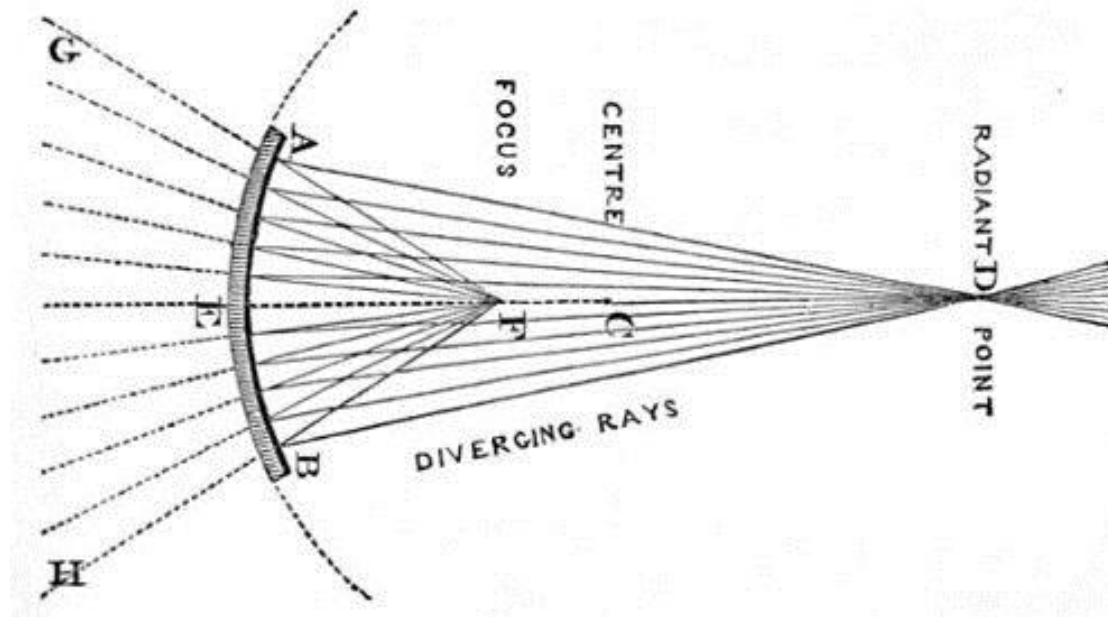




рисунок 21.



Когда сходящиеся лучи падают на вогнутое зеркало, они отражаются более сходящимися и соединяются в точке между фокусом параллельных лучей и зеркалом; то есть ближе к зеркалу, чем на половину радиуса; и точная степень их сходимости будет больше, чем та, в которой они сходились до отражения.

#### *Изображений, образованных Вогнутыми зеркалами.*

Если лучи, исходящие от удаленного объекта, падают на вогнутое зеркало, они рисуют изображение объекта в его фокусе *перед* зеркалом. Это изображение будет перевернутым, потому что лучи пересекаются в тех точках, где формируется изображение. Мы уже видели, что выпуклое стекло формирует изображение предмета, *находящегося за ним*; лучи света от предметов *проходят через* стекло, и изображение формируется на стороне, наиболее удаленной от объекта. Но в вогнутых зеркалах изображения удаленных объектов — и всех объектов, которые находятся дальше от его поверхности, чем его главный фокус, — формируются *перед* зеркалом или с той же стороны, что и объект. Однако почти во всех других отношениях действие вогнутого зеркала такое же, как и у выпуклой линзы, в отношении формирования изображений и направления лучей света, за исключением того, что в одном случае эффект достигается преломлением, а в другом - отражением. На следующем рисунке показан способ формирования изображений с помощью вогнутых зеркал. GF представляет отражающую поверхность зеркала; OAB - объект; и IAM - изображение, формируемое зеркалом. Лучи, исходящие от O, будут направляться к зеркалу в направлении OG и, согласно закону, согласно которому угол падения равен углу отражения, будут отражаться к I в направлении GI. Аналогичным образом лучи от B, будут отражаться от F к M, лучи от A, будут отражаться к a, и, таким образом, от всех промежуточных лучей, так что в IM будет сформировано перевернутое изображение объекта OB. Если бы лучи исходили от объектов, находящихся на очень большом расстоянии, изображение формировалось бы в реальном фокусе зеркала или на расстоянии одной четвертой диаметра сферы от его поверхности; но вблизи объектов, которые испускают расходящиеся лучи, их изображения будут формироваться немного дальше от поверхности зеркала.

[illegible]

Из того, что было сказано относительно вогнутых зеркал, будет легко понять, как из них изготавливают такие мощные прожекторы. Предположим, что фокусное расстояние вогнутого зеркала равно двенадцати дюймам, а его диаметр или ширина - двенадцати дюймам. Когда солнечные лучи падают на такое зеркало, они формируют изображение солнца в фокальной точке, диаметр которой составляет около одной десятой дюйма. Все лучи, падающие на зеркало, сходятся в этой маленькой точке; и, следовательно, их интенсивность пропорциональна квадрату поверхности зеркала к квадрату изображения. Квадраты этих диаметров равны 14 400 к 1; и, следовательно, плотность солнечных лучей в фокусе равна их плотности на поверхности зеркала 14 400 к 1. То есть тепло солнечных лучей, попадающих в фокус такого зеркала, будет в четырнадцать тысяч четыреста раз больше, чем раньше, — тепло,

Из того, что было сказано относительно вогнутых зеркал, будет легко понять, как из них изготавливают такие мощные прожекторы. Предположим, что фокусное расстояние вогнутого зеркала равно двенадцати дюймам, а его диаметр или ширина - двенадцати дюймам. Когда солнечные лучи падают на такое зеркало, они формируют изображение солнца в фокальной точке, диаметр которой составляет около одной десятой дюйма. Все лучи, падающие на зеркало, сходятся в этой маленькой точке; и, следовательно, их интенсивность пропорциональна квадрату поверхности зеркала к квадрату изображения. Квадраты этих диаметров равны 14 400 к 1; и, следовательно, плотность солнечных лучей в фокусе равна их плотности на поверхности зеркала 14 400 к 1. То есть тепло солнечных лучей, попадающих в фокус такого зеркала, будет в четырнадцать тысяч четыреста раз больше, чем раньше, — тепло,



которое способно производить очень мощные эффекты плавления и воспламенения веществ почти любого типа.

Если бы мы хотели сформировать изображение с помощью вогнутого зеркала, которое было бы точно равно объекту, объект должен быть помещен точно в центр; и с помощью эксперимента такого рода можно было бы найти центр вогнутости зеркала.

В указанных выше случаях все изображения объектов формируются перед зеркалом или между ним и объектом. Но есть случай, когда изображение формируется за зеркалом. Это происходит, когда объект помещается между зеркалом и фокусом параллельных лучей, и тогда изображение оказывается больше объекта. На рис. 23 GF представляет собой вогнутое зеркало, фокус параллельных лучей которого находится в точке F. Если объект объединение располагается немного в этом фокусе, как и в, большое изображение, им будет видно за зеркалом, несколько изогнутые и прямые, которые будут видны на глаз, глядя прямо на передней части зеркала. Здесь изображение появляется на большем расстоянии за зеркалом, чем объект перед ним, и объект кажется увеличенным пропорционально его расстоянию от фокуса и зеркала. Если бы фокусное расстояние зеркала составляло один дюйм, а объект находился на расстоянии восьми десятых дюйма от его поверхности, изображение было бы в пять раз больше объекта по длине и ширине и, следовательно, в двадцать пять раз больше по поверхности. Таким образом, небольшие объекты могут быть увеличены за счет отражения, как такие объекты увеличиваются за счет преломления в случае глубоковыпуклых линз. Когда такие зеркала большие, например, диаметром шесть дюймов и фокусным расстоянием восемь или десять дюймов, они отображают человеческое лицо в виде огромной массы. Это показано на следующем рисунке. Пусть Sn, рис. 24, представляет поверхность вогнутого зеркала, а A - лицо человека, смотрящего в него, лицо будет казаться увеличенным, как показано изображением за зеркалом Dq . Предположим, что луч AC исходит ото лба, а другой MN - от подбородка; эти лучи отражаются к глазу человека в точке O, который, следовательно, видит изображение в линиях отражения OD, Oq и под углом DOq и, следовательно, значительно увеличен сверх естественного размера и находится на небольшом расстоянии за зеркалом.

*рисунок 23.*

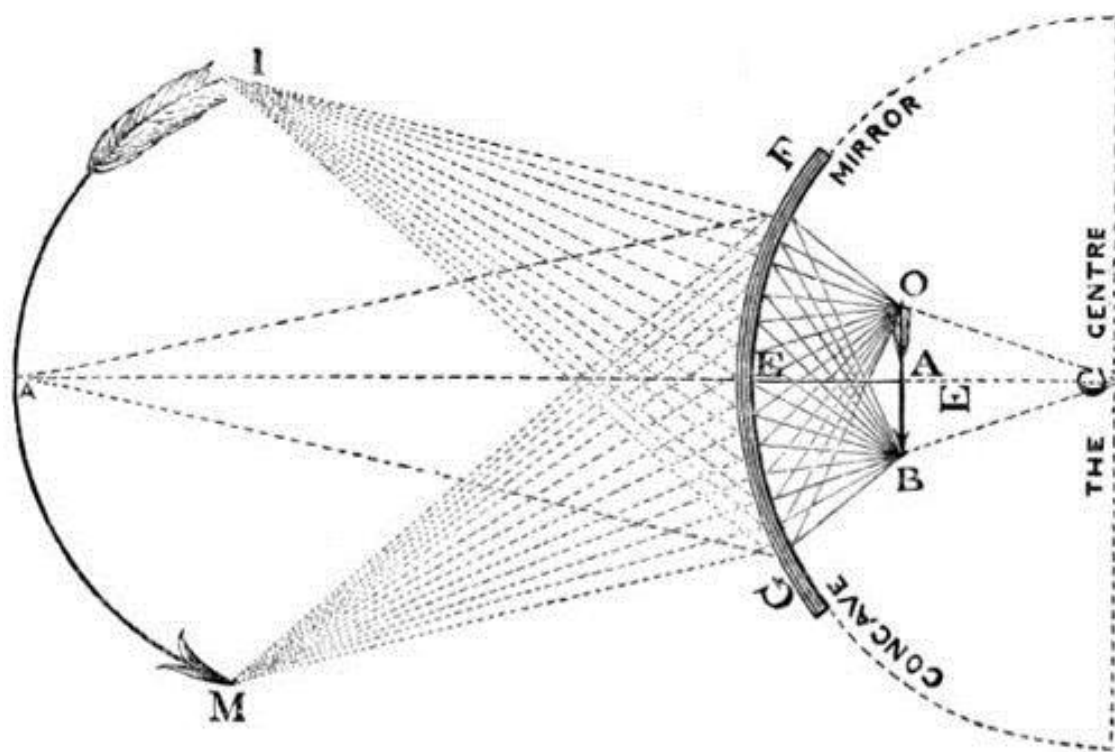
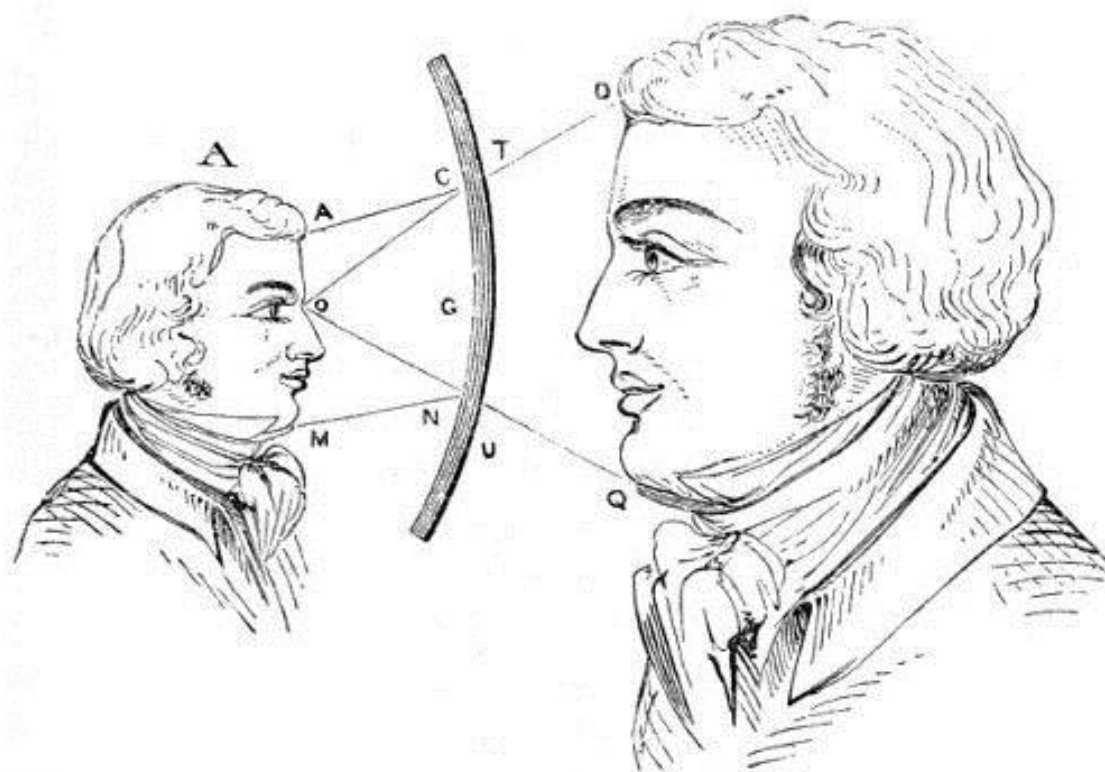


рисунок 24.

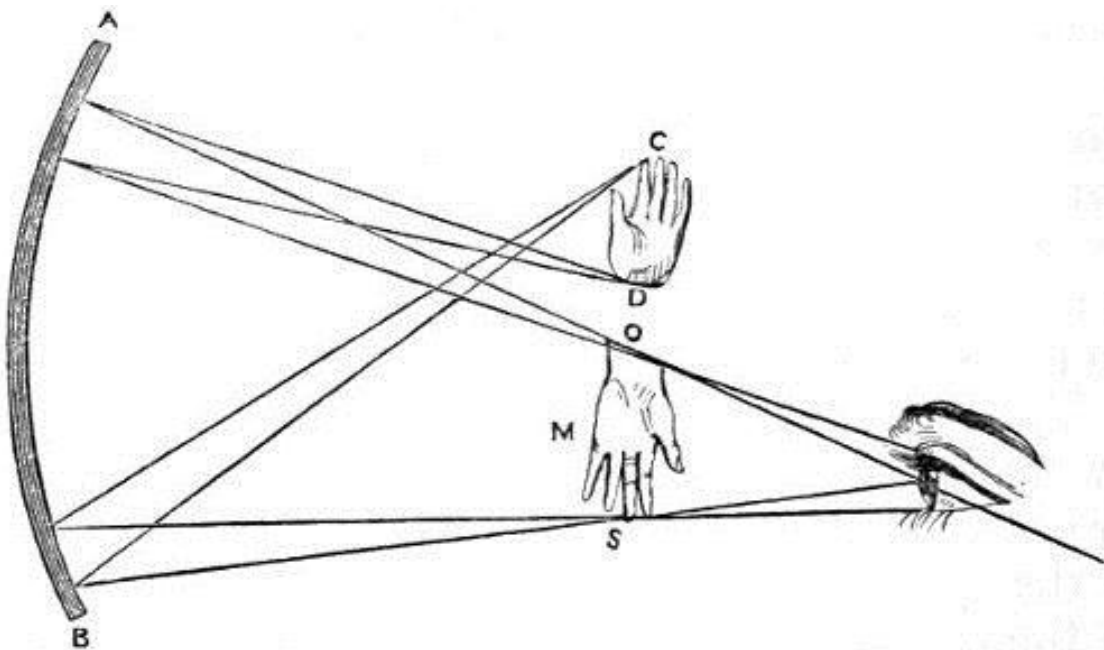


Если мы предположим, что сторона T U представляет собой *выпуклое* зеркало, а фигура D представляет собой голову обычного размера, то фигура A будет представлять уменьшенный вид, который демонстрирует лицо человека, если смотреть в такое зеркало. Оно будет казаться не только уменьшенным, но и несколько искаженным, потому что из-за формы зеркала одна

часть объекта находится ближе к нему, чем другая, и, следовательно, будет отражаться под другим углом.

Упомянутый нами эффект, создаваемый *вогнутыми* зеркалами, будет иметь место только тогда, когда глаз находится ближе к зеркалу, чем его основной фокус. Если зритель удалится за пределы этого фокуса — предположим, на расстояние пяти или шести футов, - он не увидит изображения за зеркалом; но он увидит свое изображение в уменьшенной форме, висящим вверх ногами и подвешенным в воздухе, на линии между его глазом и зеркалом. В этом случае его изображение формируется *перед* зеркалом, как показано на рис. 22. В этой ситуации, если вы протянете руку к зеркалу, кисть изображения вытянется навстречу вашей руке и, находясь в центре вогнутости, будет одинакового с ней размера, и вы сможете пожать руку этому воздушному изображению. Если вы переместите руку дальше, вы обнаружите, что рука изображения проходит мимо вашей руки и встает между ней и вашим телом. Если вы переместите руку в любую сторону, стрелка изображения переместится в другую сторону; изображение всегда движется в направлении, противоположном объекту. И все это в то время, как зрители, если таковые имеются, ничего не видят в изображении, потому что ни один из образующих его отраженных лучей не может попасть им в глаза.—На следующем рисунке показано явление, произведенное тем же способом. А В - вогнутое зеркало большого размера; С - рука, выставленная перед зеркалом в точке, более удаленной от его фокуса. В этом случае формируется перевернутое изображение руки, которая видна висящей в воздухе в точке М. Лучи С и D расходятся от двух противоположных точек объекта, и под действием зеркала они снова сходятся к точкам О и S, где они пересекаются, образуют изображение и снова расходятся к глазу.<sup>10</sup>

рисунк 25.



Вследствие описанных теперь свойств вогнутых зеркал было проведено множество любопытных экспериментов и оптических обманов. Появление образов в воздухе, подвешенных между зеркалом и предметом, иногда демонстрировалось с такой ловкостью и таинственным видом, что приводило в изумление тех, кто не знал об этой причине. Таким образом, были выставлены

птицы, летающие ангелы, призраки и другие объекты, и когда рука пытается дотронуться до них, она обнаруживает, что это ничто, и они, кажется, растворяются в воздухе. Преподносится яблоко или красивый цветок, и когда зритель пытается к ним прикоснуться, они мгновенно исчезают, и тут же появляется мертвая голова, которая, кажется, щелкает у него по пальцам. Перед ним появляется человек с обнаженным мечом в позе, как будто готовый проткнуть его насквозь, или один ужасающий призрак появляется за другим, или иногда появляются сходства с умершими людьми, как будто с помощью искусства заклинания они были вынуждены вернуться из мира духов. На всех подобных выставках требуется очень большое вогнутое зеркало, на предметы должен падать яркий свет, и каждое устройство сделано с помощью перегородок и т.д., чтобы зрители не могли видеть ни свет, ни зеркало, ни предмет. Следующее представление (рис. 26.) показан один из методов, с помощью которых это достигается: А - большое вогнутое зеркало из металла или стекла, помещенное в заднюю часть темной ложи, D - исполнитель, скрытый от зрителей поперечной перегородкой С; Е - сильный свет, который также скрыт перегородкой I, который падает на актера D или на любой предмет, который он может держать в руке. Если он будет держать книгу, как показано на рисунке, отраженный от нее свет пройдет между перегородками С и I к зеркалу и отразится оттуда к Z, где изображение книги будет казаться настолько отчетливым и осязаемым, что зритель, смотрящий через отверстие на X, вообразит, что в его силах взять ее в руки. Аналогичным образом, человек, находящийся в точке D, может выставить свою голову или тело — портрет, картину, призрак, пейзаж или любой объект или устройство, которые он может сильно осветить.

рисунок 26.

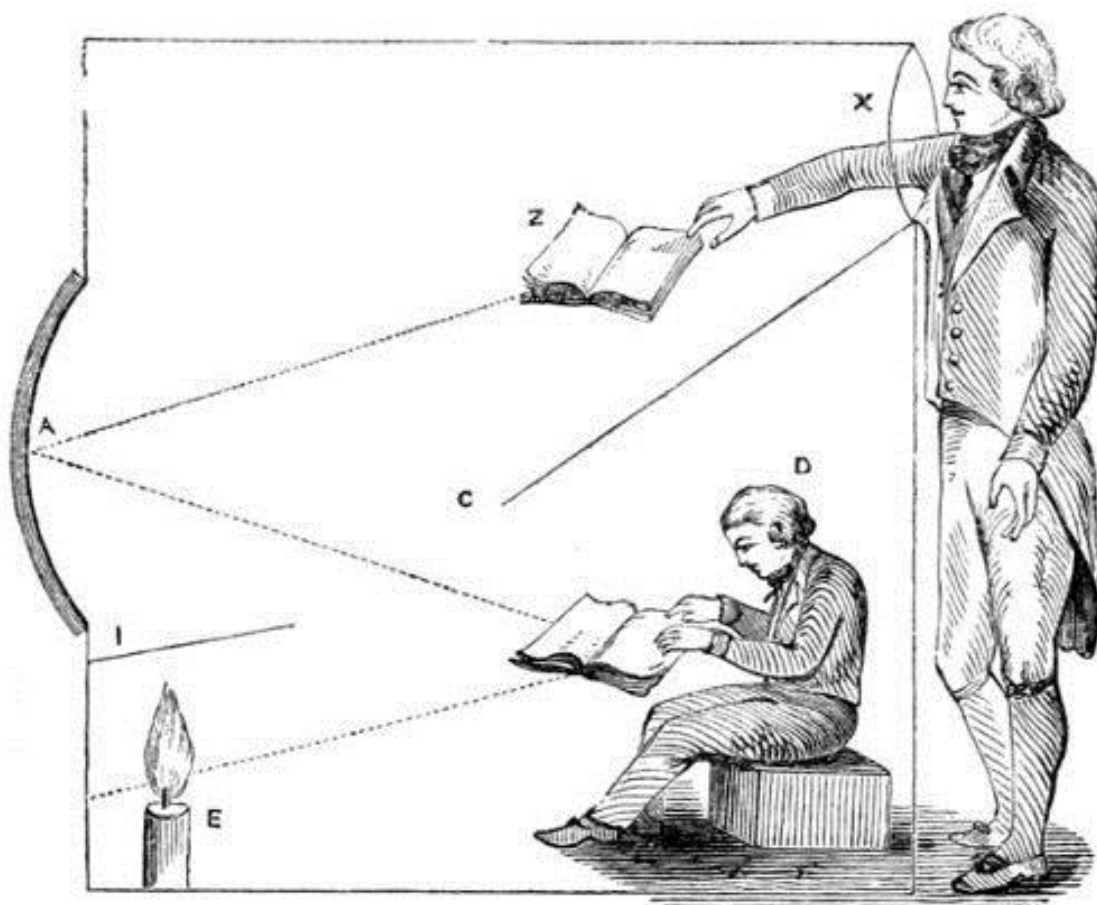


рисунок 27.

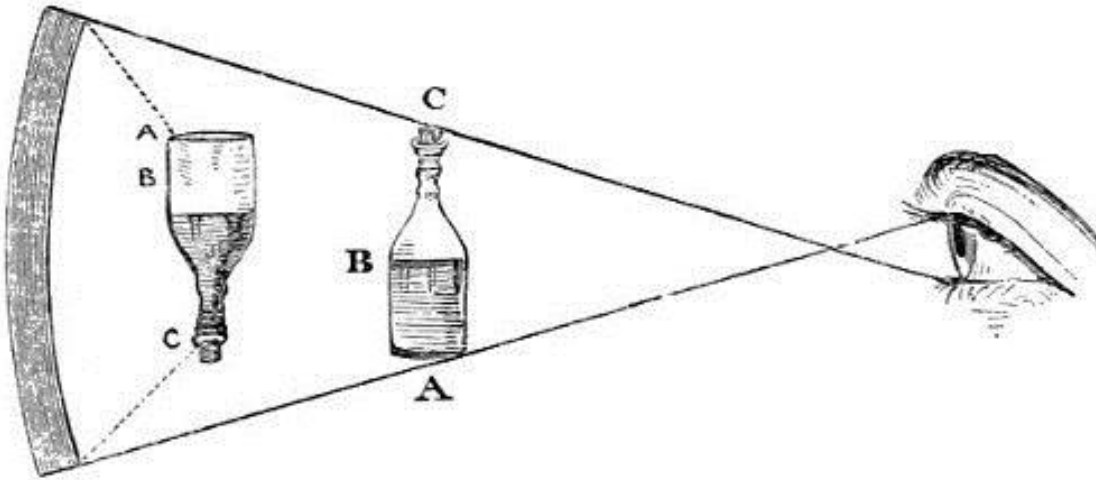
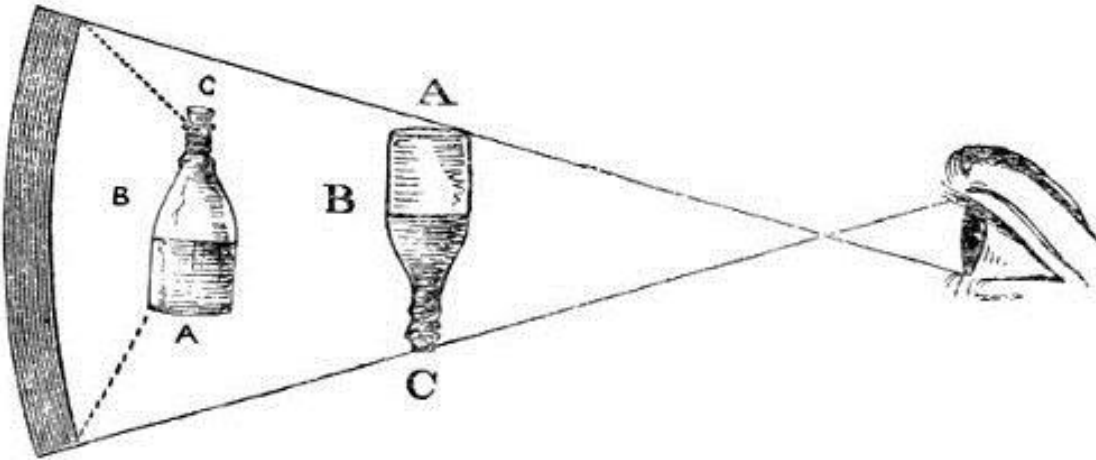


рисунок 28.



Существует еще один эксперимент, проведенный с вогнутым зеркалом, который несколько озадачил философов объяснением этого явления. Возьмем стеклянную бутылку переменного тока (рис. 27) и напьем ее водой до точки В; верхнюю часть ВС оставьте пустой и закупорьте обычным способом. Поставьте эту бутылку напротив вогнутого зеркала и вне его фокуса, чтобы она казалась перевернутой, а перед зеркалом отойдите еще дальше от бутылки, и она окажется в положении А В С. Теперь, примечательно в этой видимой бутылке, что *вода*, которая, согласно законам катоптрики, должна появляться в точке А В, напротив, появляется в точке В С, и, следовательно, часть А В кажется пустой. Если бутылку перевернуть и поставить перед зеркалом, ее изображение окажется в естественном вертикальном положении, а вода, которая в действительности находится в точке ВС (рис. 28), будет видна в точке В. Если, пока бутылка переворачивается, ее откупорить и вода плавно вытекает, то будет казаться, что, пока часть ВС опорожняется, часть В на изображении наполняется, и, что примечательно, как только бутылка пуста, иллюзия исчезает, изображение также кажется полностью пустым. Замечательные обстоятельства этого эксперимента заключаются, во—первых, в том, что мы видим не только объект там, где его нет, но и там, где нет его *изображения*; и, во-вторых, из двух объектов, которые действительно находятся в одном и том же месте, как поверхность

бутылки и вода, которую она содержит, один виден в одном месте, а другой - в другом; и мы видим бутылку на месте ее изображения, а воду там, где нет ни ее, ни ее изображения.

Следующие эксперименты изложены мистером Фергюсоном в его "Лекциях по избранным предметам" и проч. "Если в большой комнате развести огонь и поставить гладкий стол красного дерева на приличном расстоянии от стены, перед большим вогнутым зеркалом, расположенным так, чтобы свет от огня мог отражаться от зеркала и падать на стол; если человек встанет у стола, он не увидит на нем ничего, кроме длинноватого луча света; но если он встанет на некотором расстоянии к огню, а не прямо между камином и зеркалом, он увидит изображение огня на столе, большое и прямое. И если бы другой человек, который ничего не знает об этом заранее, случайно вошел в комнату и перевел взгляд с камина на стол, он был бы поражен увиденным, потому что казалось бы, что стол горит, и, находясь рядом с деревянной панелью, подвергал бы опасности весь дом. В этом эксперименте в комнате не должно быть света, кроме того, что исходит от огня; а зеркало должно быть не менее пятнадцати дюймов в диаметре. Если огонь затемнить ширмой и поставить большую свечу за ширмой, человек, стоящий у свечи, увидит на столе очень красивую крупную звезду или, скорее, планету, такую же яркую, как Венера или Юпитер. И если поднести к свече маленькую восковую свечку, пламя которой намного меньше пламени свечи, на столе появится спутник планеты, а если поднести свечу к свече, спутник облетит планету".

Можно было бы привести много других иллюстраций эффектов вогнутых зеркал, но я завершу этот раздел кратким изложением некоторых *общих свойств зеркал*.

1. Существует большое сходство между свойствами *выпуклых* линз и *вогнутых* зеркал. Они оба формируют перевернутое фокальное изображение любого удаленного объекта за счет схождения пучка лучей. В тех приборах, характеристики которых основаны на эффекте отражения, таких как телескопы-рефлекторы, вместо выпуклой линзы используется вогнутое зеркало. Весь эффект этих приборов, позволяющий видеть удаленные объекты на небе и на земле, полностью зависит от свойства вогнутого зеркала формировать *изображения* объектов, находящихся в его фокусе. 2. Изображение объекта, расположенного за пределами центра, меньше самого объекта; если объект расположен между основным фокусом и центром, изображение больше объекта. В обоих случаях изображение инвертируется. 3. Когда объект помещается между фокусом и зеркалом, изображение, расположенное за зеркалом, больше объекта и имеет то же направление: по мере приближения объекта к фокусу изображение становится больше и отдаленнее. Эти и подобные результаты подтверждаются размещением зажженной свечи на разном расстоянии от вогнутого зеркала. 4. Глаз не может увидеть изображение в воздухе, если только оно не помещено в расходящиеся лучи; но если изображение получено на листе белой бумаги, его можно увидеть при любом положении глаза, поскольку тогда лучи отражаются во всех направлениях. 5. Если картину, нарисованную в соответствии с правилами перспективы, поместить перед большим вогнутым зеркалом, немного ближе к его основному фокусу, изображение картины будет казаться чрезвычайно естественным и очень похожим на реальные объекты, с которых она была сделана. Объекты не только значительно увеличены, чтобы приблизиться к их естественному размеру, но и имеют различное видимое расстояние, как в природе, так что вид изнутри церкви выглядит очень похожим на то, что есть в действительности, а изображения пейзажей выглядят очень близко, как с того места, откуда они были сделаны. В этом отношении можно изготовить большое вогнутое зеркало, которое будет служить почти той же цели, что и Оптический диагональный

аппарат, для просмотра перспективных отпечатков. 6. Только вогнутое зеркало используется в качестве большого зеркала, формирующего первое изображение в телескопах-рефлекторах; и это также единственный вид зеркала, используемый в качестве малого зеркала в той конструкции прибора, которая называется *Григорианский отражатель*.

#### *Количество света, отражаемого полированными поверхностями.*

Поскольку это обстоятельство связано с конструкцией телескопов-отражателей, возможно, будет не лишним здесь изложить некоторые результаты точных экспериментов М. Бонгера по этому вопросу. Этот философ установил, что из света, отраженного от ртути, или ртути, теряется более *одной четвертой*, хотя, вероятно, никакие вещества не отражают больше света, чем это. Лучи принимались под углом падения в одиннадцать с половиной градусов, измеренным от поверхности отражающего тела, а не от перпендикуляра. Было обнаружено, что отражение от *воды* почти такое же сильное, как у ртути; так что под очень малыми углами она отражает почти три четверти прямого света. Вот почему на воде появляется такое сильное отражение, когда в тихую погоду идешь по берегу озера, противоположному солнцу. Прямой свет солнца постепенно ослабевает по мере приближения к горизонту, в то время как отраженный свет в то же время усиливается; так что существует определенная высота солнца, при которой объединенная сила прямого и отраженного света будет максимально возможной, и это происходит, когда оно находится на высоте двенадцати или тринадцати градусов. С другой стороны, свет, отраженный от воды под *большими углами* падения, чрезвычайно мал. Когда свет был направлен перпендикулярно, он отражал не более тридцать седьмой части того, что отражал меркурий при тех же обстоятельствах, и только пятьдесят пятую часть того, что падало на него в этом случае.

Используя гладкий кусок стекла толщиной в одну линию, он обнаружил, что, когда его расположили под углом пятнадцать градусов к падающим лучам, оно отражало 628 частей из 1000 падавших на него; в то же время металлическое зеркало, которое он испытал в тех же обстоятельствах, отразило только 561 из них. При меньшем угле падения отражалось гораздо больше света; так что под углом в три градуса стекло отражало 700 частей, а металл - немного меньше, как в первом случае. Наиболее поразительные наблюдения, сделанные этим экспериментатором, связаны с очень большой разницей в количестве света, отражаемого под разными углами падения. Он обнаружил, что для 1000 падающих лучей отраженные лучи под разными углами падения были следующими.

| Углы падения | Лучей, отраженных водой, | Лучей, отраженных стеклом |
|--------------|--------------------------|---------------------------|
| 5°           | 501                      | 549                       |
| 10           | 333                      | 412                       |
| 15           | 211                      | 299                       |
| 30           | 65                       | 112                       |
| 50           | 22                       | 34                        |
| 70           | 18                       | 25                        |
| 90           | 18                       | 25                        |

Что касается таких зеркал, как зеркала отражающих телескопов, то, как правило, обнаруживается, что они отражают немногим более *половины* падающих на них лучей.

## *Необычные явления в природе, вызванные комбинированным воздействием отражения и Преломления.*

Отражение и преломление лучей света часто вызывают явления, которые поражают созерцателей и которые невежественные и суеверные люди расценивают как действие сверхъестественных сил. Из этих явлений я приведу несколько примеров.

Одним из самых поразительных явлений такого рода является то, что было названо *Фата-Морганой*, или оптическими появлениями фигур в море и воздухе, как это видно в Фаро в Мессине. Нижеследующий отчет переведен с работы Минаси, который был свидетелем этого явления и написал диссертацию на эту тему. “Когда восходит солнце светит с той точки, откуда его падающий луч образует угол примерно сорок пять градусов к морю Риджио, и на светлой поверхности воды в Заливе не нарушается ни ветра или течения, зритель помещается на возвышении города, спиной к Солнцу и лицом к морю;—о внезапно появляются на воде, а в двойном театре, различных умножается объекты, так сказать, бесчисленные серии пилястры, арки, замки хорошо очерчены, постоянные рубрики, высокие башни, великолепные дворцы, с балконами и окнами, выдвинутый аллеи деревьев, восхитительные равнины со стадами и стаями, армейских подразделений в пешем и конном строю, и многие другие странные образы, в своих естественных цветах и правильным действиям, быстро переходит в порядке правопреемства по поверхности моря, в течение всего короткого периода времени, в то время как вышеупомянутые причины остаются.—Но, если в дополнение к обстоятельствам, сейчас описано, атмосфера будет сильно пропитывается паром и густыми испарениями, ранее не разгоняются ветры, ни солнца, именно тогда случается, что в этот пар, как в занавес, вытянутый вдоль канала, на высоте около тридцати ладоней, и чуть спуститься к морю, то наблюдатель увидит на сцене одни и те же объекты, а не только отраженный от поверхности моря, а также в воздухе, хотя и не столь далеко или же определенными, как бывший объекты от моря.—Наконец, если воздух будет слегка мутный или ораке, и в то же время освежающий и адаптирована к форме радужки, тогда вышеупомянутые объекты появляются на поверхности моря, как и в первом случае, но все яркие и бахромой красный, зеленый, синий и другие призматические цвета.”<sup>11</sup>

Несколько трудно объяснить все описанные здесь явления; но, по всей вероятности, они вызваны спокойным морем и одним или несколькими слоями сверхплотного воздуха, различающимися по преломляющей и, следовательно, отражающей способности. Во всяком случае, отражение и преломление являются одними из существенных причин, действующих в возникновении этих явлений.

The *Мираж*, наблюдаемый в пустынях Африки, представляет собой явление, по всей вероятности, вызванное сходной причиной. Месье Монж, сопровождавший французскую армию в Египет, рассказывает, что, находясь в пустыне между Александрией и Каиром, мираж голубого неба был перевернут и настолько смешался с песком внизу, что придал пустынной и засушливой местности вид самой богатой и красивой страны. Они увидели во всех направлениях зеленые острова, окруженные обширными озерами с чистой, прозрачной водой. Нельзя было представить себе ничего более прекрасного и живописного, чем этот пейзаж. В спокойной глади озер деревья и дома, которыми были покрыты острова, ярко отражались разнообразными оттенками, и компания поспешила вперед, чтобы насладиться прохладой тени и ручья, которые предлагали им эти густонаселенные деревни. Когда они прибыли, озеро, на



лоне которого они плавали, деревья, в листве которых они купались, и люди, стоявшие на берегу, приглашая их приблизиться, - все исчезло, и не осталось ничего, кроме однообразной и надоедливой пустыни из песка и неба, с несколькими голыми хижинами и оборванными арабами. Если бы они не были обмануты их приближением, во французской армии не нашлось бы человека, который не поклялся бы, что призрачные деревья и озера действительно существуют посреди пустыни.

Доктор Кларк наблюдал точно такие же явления в Розетте. Город, казалось, был окружен красивой водной гладью; и его переводчик—грек, который не был знаком со страной, был настолько уверен в этом факте, что был весьма возмущен арабом, который попытался объяснить ему, что это всего лишь оптический обман. Наконец, примерно за два часа они добрались до Розетты, не встретив никакой воды; и когда они оглянулись на песок, который только что пересекли, им показалось, что они перешли вброд огромное голубое озеро.

*рисунок 29.*



1 августа 1798 года доктор Винс наблюдал в Рамсгейте корабль, который выглядел как точка А (рис. 29). единственной его частью, видневшейся над горизонтом, был топ-мачта. Его перевернутое изображение было видно в точке В, непосредственно над реальным кораблем А, а вертикальное - в точке С, причем оба они были полными и четко очерченными. Между ними отчетливо виднелось море, как на V В. По мере того как корабль поднимался к горизонту, изображение С постепенно исчезало, и пока это продолжалось, изображение В опускалось, но грот-мачта В не соприкасалась с грот-мачтой А. Два изображения ВС были прекрасно видны, когда весь корабль фактически находился за горизонтом. Затем доктор Винс направил свой телескоп на другой корабль, корпус которого находился прямо на горизонте, и он увидел его полностью перевернутое изображение, грот-мачта которого только касалась грот-мачты самого корабля. В то же время он увидел несколько других кораблей, изображения которых выглядели

почти аналогично, на одном из которых два изображения были видны, когда весь корабль был ниже горизонта. Эти явления, должно быть, были вызваны теми же причинами, которые действовали в ранее упомянутом случае с капитаном Скорсби, когда он увидел на далеком горизонте перевернутый силуэт корабля своего отца. Такие случаи, возможно, не редкость, особенно в тихую и знойную погоду, но наблюдаются они редко, за исключением случаев, когда внимание человека случайно направлено на явление, и, если он не воспользуется телескопом, оно не будет восприниматься так отчетливо.

Предполагалось, что следующее явление, описание которого почти совпадает с приведенным выше, возникло главным образом благодаря *размышлению*. 18 ноября 1804 года доктор Бакен, наблюдая за восходящим солнцем примерно в миле к востоку от Брайтона, как раз в тот момент, когда солнечный диск показался над поверхностью воды, увидел скалу, на которой он стоял, ветряную мельницу, свою собственную фигуру и фигуру своего друга, отчетливо изображенную прямо напротив, на некотором расстоянии от океана. Это явление продолжалось около десяти минут, пока солнце не поднялось над морем почти на свой диаметр. Затем все это, казалось, поднялось в воздух и постепенно исчезло. Поверхность солнца была покрыта густым туманом высотой во много ярдов, который постепенно отступал от лучей солнца по мере того, как оно поднималось из-за горизонта.

Следующее явление, скорее всего, возникло главным образом из-за *преломления* атмосферы. Это было замечено в Рамсгейте доктором Винсом из Кембриджа и еще одним джентльменом. Хорошо известно, что четыре башенки Дуврского замка видны в Рамсгейте, на холме, который разделяет панораму всего города. 2 августа 1806 года были видны не только четыре башенки, но и сам замок, как будто расположенный на той стороне холма, что ближе всего к Рамсгейту, и вид был настолько поразительным, что долгое время Доктор думал, что это иллюзия; но, наконец, путем тщательного наблюдения убедился, что это реальное изображение замка. Он вместе с другим человеком внимательно наблюдал за ним в течение двадцати минут, но из-за дождя не смог продолжить наблюдения. Между наблюдателями и сушей, из которой возвышается холм, было около шести миль моря, и оттуда до вершины холма было примерно такое же расстояние, их собственная высота над поверхностью воды составляла около семидесяти футов.— Причиной этого явления, несомненно, было *неравномерное преломление*. Воздух, будучи более плотным у земли и над морем, чем на больших высотах, достигал глаз наблюдателя не по прямым, а по криволинейным линиям. Если бы лучи от замка на своем пути попадали в глаз на гораздо большем расстоянии, чем Рамсгейт, велика вероятность, что изображение замка было бы перевернуто в воздухе; но в данном случае лучи от башни и основания замка не пересекались друг с другом.

К причинам, аналогичным тем, на которые сейчас ссылаются, следует отнести такие явления, как следующее:

*Призрак Брокена.* Это замечательное и, на первый взгляд, потрясающее явление, которое иногда можно увидеть с вершины одной из гор Гарц в Ганновере, которая находится примерно на высоте 3300 футов над уровнем моря и откуда открывается вид на всю страну на пятнадцать миль в окружности. С этой горы были замечены самые гигантские и устрашающие призраки, которые приводили в ужас доверчивых и в высшей степени удовлетворяли любопытных. Г-н Хоу, который был свидетелем этого явления, говорит, что солнце взошло около четырех часов, после того как он поднялся на вершину, на безоблачном небе; и примерно в четверть шестого, когда

он огляделся, чтобы убедиться, что небо по-прежнему чистое, он внезапно увидел на небольшом расстоянии человеческую фигуру *чудовищных размеров*, повернувшуюся к нему и пристально смотрящую на него. Когда он со смесью благоговения и дурного предчувствия смотрел на этот гигантский призрак, внезапный порыв ветра чуть не сорвал с него шляпу, и он прижал руку к голове, чтобы удержать ее, когда, к его великой радости, колоссальный призрак сделал то же самое. Он менял свое тело в различных позах, все из которых призрак в точности имитировал, а затем внезапно исчез без какой-либо видимой причины и через короткое время так же внезапно появился. К ним присоединился еще один зритель, и после того, как первые видения исчезли, они продолжали упорно искать воздушные призраки, когда внезапно появились два гигантских монстра. Жители соседних районов долгое время считали этих призраков сверхъестественными, и вся страна была наполнена благоговением и ужасом. Обнаружено, что некоторые озера Ирландии подвержены созданию иллюзий, особенно озеро *Килларни*. Это романтическое водное пространство ограничено с одной стороны полукругом скалистых гор, а с другой - плоским болотом; и пары, образующиеся на болоте и прерываемые горами, постоянно представляют собой самые фантастические объекты. Часто можно увидеть мужчин, едущих верхом по берегу, как будто они пересекают озеро, что, как предполагается, дало начало легенде об О'Доного, волшебнике, которого, как говорят, можно видеть на озере каждое майское утро.

Не может быть никаких сомнений в том, что большинство тех призрачных явлений, которые часто наблюдались в небе и в горных районах, являются фантомами, порожденными причиной, на которую я ссылаюсь, такими как армии пехотинцев и всадников, которые, как утверждали некоторые, были замечены в воздухе у горизонта. Хорошо подтвержденный случай такого рода произошел в Высокогорье Шотландии: Мистер Рен из Уэттон—Холла и Д. Стрикет, его слуга, в 1744 году летним вечером сидели у дверей дома, когда с удивлением увидели напротив себя на склоне холма Сонтерфелл — места настолько крутого, что едва ли лошадь могла *медленно* по нему — фигуру человека с собакой, преследующей несколько лошадей, все они бежали очень быстрым шагом. Они шли все дальше и дальше, пока, наконец, не исчезли в нижнем конце Водопада. Ожидая найти человека, разбившегося вдребезги в результате такого сильного падения, они отправились на следующее утро рано утром и произвели обыск, но ни следов человека, ни лошади, ни отпечатков их ног на дерне обнаружить не удалось. Некоторое время спустя, около семи часов вечера, на том же месте они увидели отряд всадников, приближавшихся сомкнутыми рядами и быстрым шагом. Обитатели каждого коттеджа на милю вокруг были свидетелями этой чудесной сцены, хотя раньше они высмеивали историю, рассказанную мистером Реном и его слугой, и были поражены удивлением и страхом. Фигуры были видны более двух часов, пока наступление темноты не сделало их невидимыми. Различные эволюции и изменения, через которые проходили войска, были отчетливо видны и были отмечены всеми наблюдателями. Не исключено, что эти воздушные десантники были созданы по той же причине, из-за которой на склоне холма рядом с Рамсгейтом появился Дуврский замок, и предполагается, что они были изображениями группы повстанцев на другой стороне холма, упражнявшихся перед восстанием в 1745 году.<sup>12</sup>

Я упомяну лишь другой пример подобного рода, который недавно произошел во Франции и на какое-то время вызвал сильную сенсацию среди всех слоев общества. В воскресенье, 17 декабря 1826 года, духовенство прихода Минье, расположенного недалеко от Пуатье, участвовало в праздничных мероприятиях, предшествовавших празднику Рождества, и в богослужении участвовало около 3000 человек. В рамках церемонии они установили на

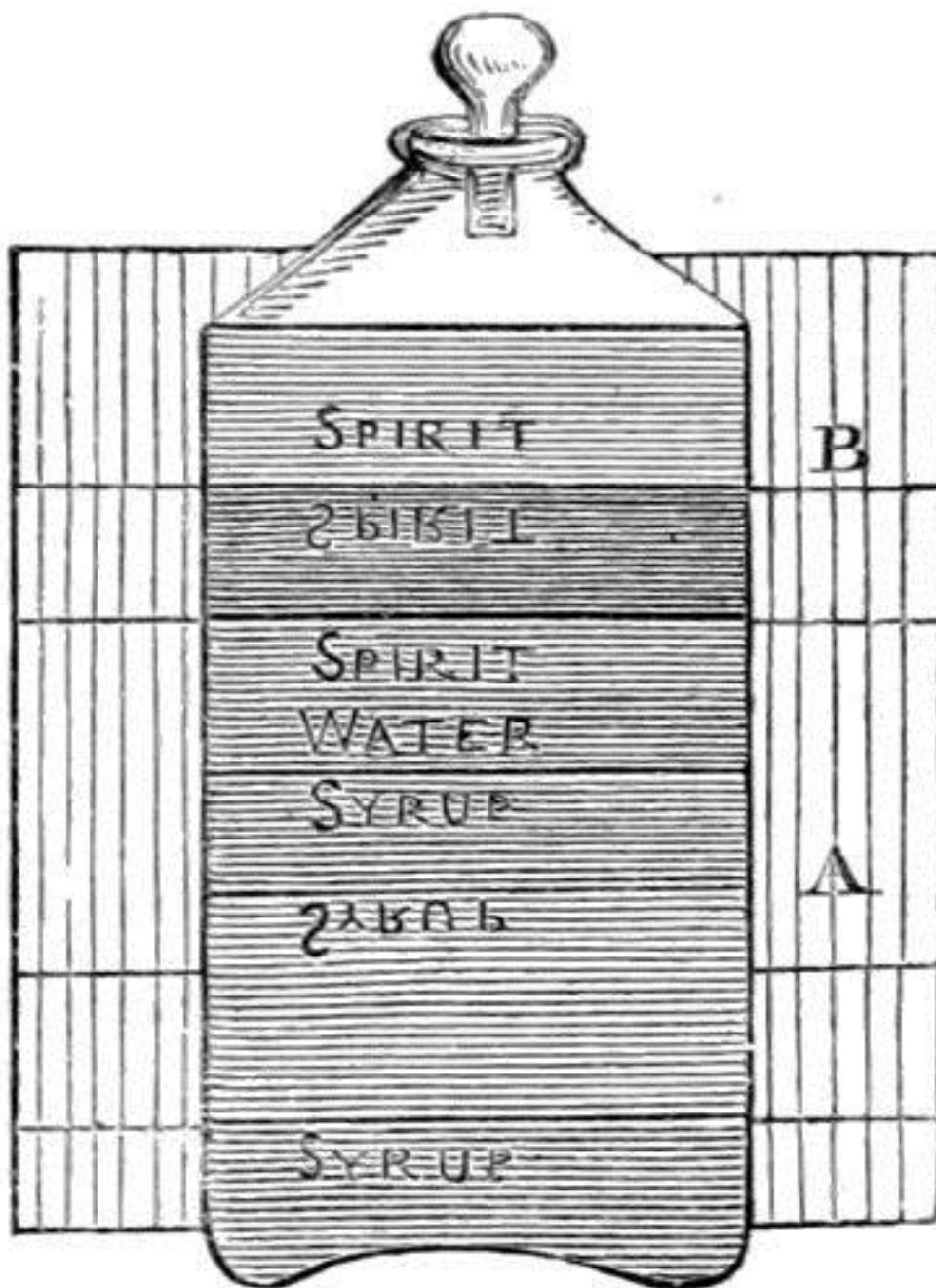
открытом воздухе рядом с церковью большой крест высотой в двадцать пять футов, выкрашенный в красный цвет. В то время как один из проповедников около пяти часов вечера обращался к толпе, он напомнил им о чудесном кресте, который появился в небе Константину и его армии, и произведенном им эффекте — когда внезапно подобный небесный крест появился в небесах прямо перед папертью церкви, примерно в 200 футах над горизонтом, длиной 140 футов и шириной от трех до четырех футов, ярко-серебристого цвета с красным оттенком. Священник и прихожане устремили свои изумленные взоры на это необычное явление, и эффект, произведенный на умы собравшихся, был сильным и торжественным: они спонтанно бросились на колени; и многие, кто пренебрегал своими религиозными обязанностями, смиренно исповедовались в своих грехах и давали обеты покаяния и исправления. Была назначена комиссия для выяснения истинности этого необычного явления, и меморандум, излагающий вышеуказанные и другие факты, был подписан более чем сорока высокопоставленными и интеллигентными людьми, так что не оставалось никаких сомнений в реальности этого явления. Многие считали это исключительно чудом, поскольку оно произошло в указанное время и при упомянутых обстоятельствах. Но из того, что мы уже заявили, очевидно, что это можно объяснить физическими принципами. Большой деревянный крест, выкрашенный в красный цвет, несомненно, был реальным объектом, создавшим увеличенное изображение. Состояние атмосферы, согласно описаниям, приведенным в мемориале, должно было быть благоприятным для создания таких изображений. Спектр деревянного креста, должно быть, был отброшен на вогнутую поверхность какого-нибудь атмосферного зеркала и, таким образом, отразился обратно к глазам зрителей с противоположного места, сохранив точно такую же форму и пропорции, но увеличившись в размере; и что заслуживает внимания, он был окрашен в красный цвет, в тот самый цвет объекта, отраженным изображением которого он был.

Такие явления, которые мы сейчас описали, и причины их, которые наука способна раскрыть, заслуживают рассмотрения, чтобы избавить разум от суеверных страхов и дать ему возможность ясно воспринимать законы, по которым Всемогуший управляет движением материальной системы. Когда какое—либо явление в природе, прямо противоположное всему, что мы могли себе представить ранее, предстает перед нашим взором, и когда мы не знаем никакой материальной причины, по которой оно могло быть вызвано, разум должен испытывать определенную степень благоговения и ужаса и, естественно, прибегнет к сверхъестественным средствам, действующим либо вопреки установленным законам вселенной, либо за пределами диапазона, которым они ограничены. Помимо страхов и предчувствий, которые порождают такие ошибочные концепции, они, как правило, создают ложные и искаженные представления об атрибутах Божества и его моральном правлении. Наука, таким образом, оказывает неоценимую услугу человеку, устраняя причину суеверных тревог, исследуя законы и принципы, действующие в физической системе, и устанавливая причины тех случайных явлений, которые на первый взгляд кажутся выходящими за рамки действия естественных причин.

Покойный гениальный доктор Волластон проиллюстрировал причины некоторых из описанных нами явлений следующим образом. Он смотрел вдоль края раскаленной докрасна кочерги на слово или предмет, находившийся на расстоянии десяти-двенадцати футов; и на расстоянии менее трех восьмерок дюйма от линии кочерги было видно *перевернутое* изображение, а внутри и вне этого изображения - *выпрямленное* изображение вследствие изменения плотности воздуха, вызванного нагревом кочерги. Он также предложил следующий эксперимент в качестве другой иллюстрации того же принципа, а именно наблюдение за объектом через слой винного спирта, лежащий над водой, или слой воды, лежащий над слоем сиропа. Он налил в

*квадратный* флакон небольшое количество прозрачного сиропа, а сверху налил равное количество *воды*, которая постепенно смешалась с сиропом, как показано на рис. А. 30. Слово 'Сироп' на карточке, прикрепленной к бутылке, казалось прямым, если смотреть на него через чистый спирт, но перевернутым, если смотреть через смесь воды и сиропа. Затем он поместил над водой почти такое же количество винного ректификата, как показано на рисунке В, и увидел внешний вид таким, как показано, а именно истинное место слова 'Спирт' и перевернутые и выпрямленные изображения ниже. Эти вещества за счет постепенного включения создают преломляющую способность, уменьшающуюся от *винного спирта* к *воде* или от *сиропа* к *воде*; так что при взгляде сквозь слой смеси за бутылкой виднеется перевернутое изображение любого предмета. Эти эксперименты показывают, что *мираж* и некоторые другие атмосферные явления могут быть вызваны различиями в преломляющей способности различных слоев атмосферы.

*рисунок 30.*



Не исключено, что явления с новым описанием, отличным от всех, которые мы наблюдали до сих пор, могут быть вызваны теми же причинами, на которые мы ссылались. Некий специалист по оптике замечает: "Если изменение преломляющей способности воздуха происходит по горизонтальной линии, перпендикулярной линии обзора, то есть справа налево, то мы можем иметь боковой мираж, то есть изображение корабля может быть видно справа или слева от реального корабля, или на обоих, если изменение преломляющей способности одинаково по обе стороны от линии обзора, и факт такого рода однажды наблюдался на Женевском озере. Если бы одновременно произошло как вертикальное, так и боковое изменение преломляющей способности воздуха, и если бы это изменение было таким, чтобы расширить или удлинить

объект в обоих направлениях, то объект был бы увеличен, как если бы его видели в телескоп, и его можно было бы увидеть и распознать на расстоянии, на котором в противном случае он не был бы виден. Если бы, напротив, преломляющая способность менялась таким образом, чтобы объект формировался в обоих направлениях, его изображение было бы уменьшенным, как если бы его видели через вогнутую линзу".

#### *Замечания и размышления по поводу описанных выше явлений.*

Итак, таковы некоторые из поразительных и интересных эффектов, производимых преломлением и отражением лучей света. Как формирование *изображений* объектов с помощью выпуклых линз закладывает основу конструкции телескопов-преломителей и микроскопов и всех открытий, которые они выявили, так и свойство *вогнутого зеркала* формировать подобные изображения - это то, от чего полностью зависит конструкция *Отражающих* телескопов. Этому обстоятельству Гершель был обязан мощными телескопами, которые ему удалось сконструировать — все они были сформированы по принципу отражения — и всеми открытиями, которые они позволили ему сделать в планетной системе и на звездном небе. Те же принципы, которые действуют в оптических приборах, при содействии человека, как у нас есть основания полагать, часто действуют в более широком масштабе в различных частях системы природы. Великолепный *Крест*, поразивший проповедника и огромную паству, собравшуюся в Минье, был, по всей вероятности, образован огромным атмосферным зеркалом, созданным рукой природы и представляющим ее объекты в масштабе, намного превосходящем масштаб человеческого искусства; и, вероятно, той же причине следует приписать необычное явление появления побережья Франции в двух или трех милях от города Гастингс, как описано ранее (см. стр. 53). Многие другие явления, которых мы никогда не наблюдали и о которых не можем составить никакого представления, могут быть вызваны той же причиной, действующей бесконечным числом способов.

Факты, которые мы изложили выше, и разнообразие способов, с помощью которых свет может преломляться и отражаться различными веществами в природе, приводят нас к формированию некоторых представлений о великолепных и разнообразных сценах, которые свет может создавать в других системах и мирах по распоряжению премудрого и Милосердного Создателя. Свет, во всех его модификациях и разнообразии цвета и отражения, можно рассматривать как красоту и величие Вселенной и источник бесчисленных наслаждений для всех ее обитателей. Это символ самого Божества, ибо “Бог есть Свет, и в Нем совсем нет тьмы”. Это представитель Того, кто показан в Священных оракулах как “Солнце Праведности” и “Свет мира”. Это эмблема славы и счастья того будущего мира, где знание будет доведено до совершенства, а счастье - полным; ибо его обитатели названы “святыми в свете”; и в Священной истории объявлено, что они были перворожденными из сотворенных существ. В нашем низшем мире его воздействие на окружающие нас предметы и на всех чувствительных существ разнообразно и в высшей степени достойно восхищения. Переходя от бесконечности к бесконечности, она раскрывает глубину и необъятность небес, величие солнца, красоту звезд, расположение планет, раду, охватывающую небо своим великолепным кругом, вышивку цветов, богатое убранство лугов, долины, заросшие кукурузой, “скот на тысяче холмов”, реки, текущие по равнинам, и широкие просторы океана. Но в других мирах сцены, которые он создает, могут быть гораздо более блистательными и величественными. Это может зависеть от преломляющей и отражающей способности, которой Творец наделил атмосферы других планет, и от особого строения различных объектов, с которыми они связаны. Из того, что мы уже знаем об отражении света,



очевидно, что очень незначительные модификации определенных физических принципов и очень незначительные дополнения к устройству нашей земной системы могли бы создать сцены красоты, великолепия и пышности, о которых в настоящее время мы не можем составить никакого представления. И не исключено, что благодаря такому разнообразию обустройства в других мирах по всей вселенной создается *бесконечное разнообразие* природных пейзажей.

В расположении, связанном с планетой Сатурн и огромными кольцами, которыми она окружена, и в различных положениях, которые ее спутники ежедневно принимают по отношению друг к другу, к самой планете и к этим кольцам, по всей вероятности, присутствует комбинация преломлений, отражений, света и теней, которые создают сцены, удивительно разнообразные и превосходящие по величию то, что мы сейчас можем отчетливо представить. В отдаленных областях небес есть определенные тела, состоящие из огромных масс светящейся материи, еще не сформированных в какую-либо правильную систему, и которые известны под названием *Туманностей*. Что должно помешать нам предположить, что определенные внешние части этих масс образуют зеркала огромных размеров, как это иногда обнаруживается в некоторых частях нашей атмосферы? Можно представить себе, что такие зеркала имеют сотни и даже тысячи миль в диаметре и что они могут формировать изображения самых отдаленных небесных объектов в масштабе огромной величины и протяженности, которые могут отражаться во всем своем величии для глаз разумных существ на огромном расстоянии. И, если органы зрения таких существ намного превосходят наши по остроте и проникающей способности, они, таким образом, могут быть способны обозревать огромную сферу зрения и различать великолепные объекты на расстояниях, наиболее удаленных от сферы, которую они занимают. Какие бы основания ни были для таких предположений, следует признать, что все знания, которые мы до сих пор приобрели относительно действия света и великолепных эффектов, которые он способен производить, действительно малы и ограничены узким кругом по сравнению с необъятностью его диапазона, бесконечными изменениями, которым он может подвергаться, и чудесными сценами, которые он может создавать в областях творения, в которые человеческий глаз еще никогда не проникал, — и которые могут представлять взору объекты блеска и великолепия, такие как: “Глаз еще не видел, ухо не слышало и не входило оно”. в сердце человека, чтобы зачать”.

## ГЛАВА V.

### РАЗДЕЛ I. О ЦВЕТАХ СВЕТА.

До сих пор мы рассматривали свет главным образом как простую однородную субстанцию, как если бы все его лучи были белыми и как если бы все они одинаково преломлялись различными линзами, на которые они падают. Однако исследования природы этой удивительной жидкости показали, что это не так и что она обладает определенными дополнительными свойствами, имеющими первостепенное значение в системе природы. Если бы каждый луч света был чисто белым и не мог быть разделен на какие-либо другие цвета, картина Вселенной представляла бы собой нечто совершенно иное, чем то, что мы видим сейчас. Один однородный оттенок появился бы на всем лице природы, и один объект едва ли можно было бы отличить от другого. Различные оттенки зелени, которые сейчас разнообразят любой пейзаж, яркая окраска цветущих полей и почти вся красота и возвышенность, украшающие это низшее творение, были бы утрачены. Но теперь установлено, что каждый луч белого света состоит из совокупности цветов, откуда истекает то бесконечное разнообразие оттенков и расцветок, которыми обставлено все наше земное жилище. Оказывается, что эти цвета присутствуют не в самих

предметах, а в падающих на них лучах света, без которых они были бы либо невидимы, либо имели бы однородный вид. По этому поводу Голдсмит хорошо заметил: 'Краснеющая красота розы, скромная синева фиалки заключены не в самих цветах, а в свете, который их украшает. Запах, мягкость и красота фигуры присущи им самим; но только свет облачает их в те одежды, которые позорят славу монарха'.

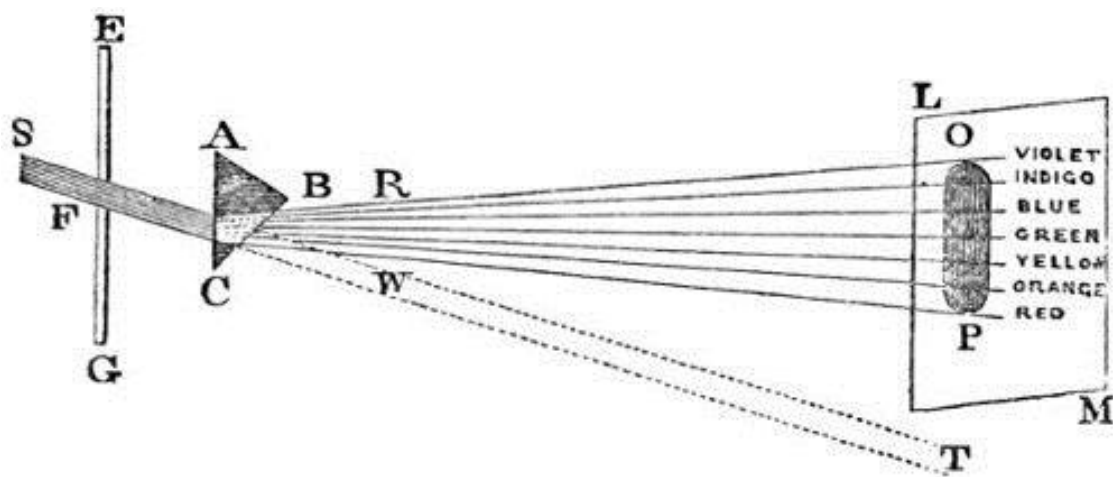
Многие странные мнения и гипотезы относительно цветов высказывались древними и даже многими современными авторами до времен сэра Исаака Ньютона. Пифагорейцы называли цвет *поверхностью* тел; Платон говорил, что это исходящее от них пламя. Согласно Зенону, это первая конфигурация материи, а согласно Аристотелю, это то, что движет телами, действительно прозрачными. Среди современных людей Де Карт вообразил, что разница в цвете проистекает из преобладания прямого или вращательного движения частиц света. Гримальди, Дечалес и другие считали, что различия в цвете зависят от быстрых или медленных колебаний определенной упругой среды, заполняющей всю вселенную. Рохо вообразил, что различные цвета создаются лучами света, попадающими в глаз под разными углами относительно оптической оси; а доктор Хук предположил, что цвет вызывается ощущением косого или неравномерного импульса света; и поскольку это может иметь не более двух разновидностей, он пришел к выводу, что не может быть более двух основных цветов. Таковы были некоторые из грубых мнений, господствовавших до эпохи знаменитого Ньютона, благодаря просвещенным исследованиям которого была наконец открыта истинная теория цветов. В 1666 году этот философ начал исследовать предмет; и обнаружив, что цветное изображение солнца, образованное стеклянной призмой, имеет продолговатую, а не круглую форму, как должно быть по законам преломления, он был удивлен большой диспропорцией между его длиной и шириной, причем первая в *пять* раз больше последней; и он начал предполагать, что свет не *однороден*, а состоит из лучей, некоторые из которых гораздо более преломляемы, чем другие. До этого периода философы предполагали, что *весь* свет, переходя из одной среды в другую различной плотности, *одинаково* преломлялся в одинаковых или сходных условиях; но Ньютон обнаружил, что это не факт; но что существуют *разные виды* света, и что каждый вид склонен как к разной степени преломления при переходе из одной среды в другую, так и к возбуждению в нас идеи о том, что цвет *отличается* от остальных; и что тела кажутся того цвета, который возникает из—за особых лучей, которые они излучают. расположены к размышлению. Таким образом, в настоящее время повсеместно признано, что свет солнца, который нам кажется совершенно однородным и белым, состоит не менее чем из *семи* различных цветов, а именно *красного, оранжевого, желтого, зеленого, синего, индиго и фиолетового*. Тело, которое кажется красного цвета, обладает свойством отражать красные лучи сильнее, чем любое другое; тело зеленого цвета отражает зеленые лучи более обильно, чем лучи любого другого цвета, и, следовательно, лучи оранжевого, желтого, синего, пурпурного и фиолетового. Тело, имеющее *черный* цвет, вместо того, чтобы отражать, *поглощает* все или большую часть падающих на него лучей; и, наоборот, тело, которое кажется *белым*, отражает большую часть лучей без разбора, не отделяя одно от другого.

Прежде чем перейти к описанию экспериментов, с помощью которых были получены вышеуказанные результаты, возможно, будет уместно дать некоторое представление о форме и эффектах *призмы*, с помощью которой проводятся такие эксперименты. Этот инструмент треугольный и прямой, обычно около трех-четырёх дюймов в длину. Обычно он изготавливается из белого стекла, максимально свободного от прожилок, пузырьков и других подобных дефектов, и является сплошным на всем протяжении. Его боковые поверхности должны быть

идеально ровными и отполированными до блеска. Угол, образованный двумя гранями, одна из которых принимает луч света, который преломляется в приборе, а другая создает ему проблемы при возвращении в воздух, называется *углом преломления* призмы, как ACB, (рис. 31). Способ, которым Ньютон проводил свои эксперименты и установил открытие, на которое мы ссылались, заключается в следующем.

В ставне окна EG (рис. 31) темной комнаты было проделано отверстие F диаметром около трети дюйма, а за ним была помещена стеклянная призма ACB, так что луч света SF, исходящий непосредственно от солнца, проходил через призму. До установки призмы луч шел по прямой линии в направлении T, где он образовывал круглое белое пятно; но теперь, будучи отклонен призмой от своего курса, он образовал продолговатое изображение OP на белом картоне, или экранной пленке, содержащее семь цветов, отмеченных на рисунке — *красный* является *наименьшим*, а *фиолетовый* - *наиболее* преломленный от первоначального направления солнечного луча, ST. Это продолговатое изображение называется *призматическим спектром*. Если угол преломления призмы ACB равен 64 градусам, а расстояние картона от призмы составляет около 18 футов, длина изображения OP составит около 10 дюймов, а ширина 2 дюйма. Стороны спектра представляют собой четко очерченные прямые линии, а концы имеют полукруглую форму. Из этого обстоятельства очевидно, что это все еще изображение солнца, но удлинненное из-за преломляющей способности призмы. Из рисунка очевидно, что, поскольку некоторая часть луча, RO, преломляется гораздо дальше от своего естественного направления WT, чем какая-либо другая часть луча, например, WP, лучи, направленные в сторону RO, имеют гораздо большую склонность к преломлению, чем лучи, направленные в сторону WP; и что это расположение возникает из-за естественных различий в свойствах этих лучей, очевидно из этого рассмотрения, что угол преломления или мощность призмы одинаковы по отношению к верхней части луча и к нижней.

рисунок 31.



Проделав отверстие в пленке экрана напротив любого из цветов спектра, чтобы пропускать только этот цвет, и позволив таким образом разделенному цвету падать на вторую призму, Ньютон обнаружил, что свет каждого из цветов одинаково преломляется, потому что вторая призма не могла разделить их на продолговатое изображение или на какой-либо другой цвет. Поэтому он назвал все семь цветов *простыми* или однородными в противоположность белому свету, который он назвал *составным* или гетерогенным. С помощью призмы, которую

использовал этот философ, он обнаружил, что длины цветов и промежутки спектра следующие: красный - 45; Оранжевый - 27; Желтый - 40; Зеленый - 60; Синий - 60; Индиго - 48; Фиолетовый - 80: всего 360. Но эти пространства немного различаются из-за призм, сформированных из различных веществ, и поскольку они не разделены четкими границами, трудно получить что-либо похожее на точную меру их относительной протяженности. Ньютон исследовал соотношение между синусами падения и преломления этих разложенных лучей (см. стр. 30) и обнаружил, что каждый из семи основных лучей, определяющих цвет, имеет определенные пределы, в которых они ограничены. Таким образом, пусть синус падения на стекло будет разделен на 50 равных частей, синус преломления в воздухе *наименее* преломляемых и *наиболее* преломляемых лучей будет содержать соответственно 77 и 78 таких частей. Синусы преломления всех степеней *красного* цвета будут иметь промежуточные степени величины от 77 до 77 одной восьмой; *Оранжевый* от 77 одной восьмой до 77 одной пятой; *Желтый* от 77 одной пятой до 77 одной трети; *Зеленый* от 77 одной трети до 77 половины; *Синий* от 77 половины до 77 двух третей; *Индиго* от 77 двух третей до 77 семи девярых; и *Фиолетовый* от 77 семи девярых до 78.

Из вышесказанного очевидно, что по мере того, как какая-либо часть оптического стекла имеет сходство с формой призмы, составляющие лучи, проходящие через нее, обязательно должны быть разделены и, следовательно, окрашивать объект в разные цвета. Края каждой выпуклой линзы приближаются к этой форме, и именно по этой причине края объектов при взгляде через них оказываются окрашенными призматическими цветами. Следовательно, в таком стекле эти разноцветные лучи будут иметь *разные фокусы* и будут формировать свои соответствующие изображения на разном расстоянии от линзы. Таким образом, предположим, что LN (рис. 32.) представляет собой двойную выпуклую линзу, а OB - объект на некотором расстоянии от нее. Если бы объект OB был чисто красного цвета, исходящие от него лучи формировали бы красное изображение при Rr; если бы объект был фиолетового цвета, изображение этого цвета формировалось бы при Vv, *ближе* к линзе; и если бы объект был белым или любой другой комбинацией цветообразующих лучей, эти лучи имели бы свои соответствующие фокусы на разных расстояниях от линзы и образовывали последовательность изображений в порядке цветов призмы между пробелами Rr и Vv.

рисунок 32.

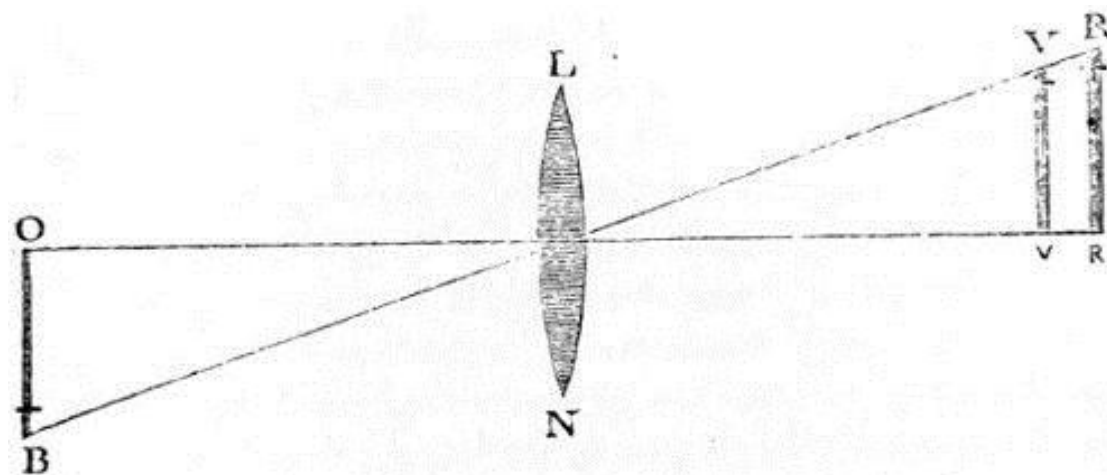
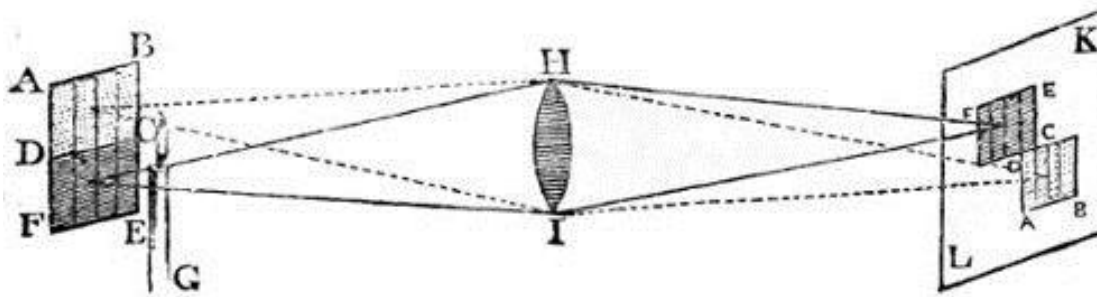


рисунок 33.



Это можно проиллюстрировать экспериментальным путем следующим образом. Возьмите карточку или листок белого картона, как ABEF, (рис. 33.) и раскрасьте одну половину ABCD *красным*, другую половину CF, *фиолетовым* или индиго; и, обвязав его черными нитками, поднесите его к пламени свечи G, затем возьмите линзу HI и, держа за ней лист белой бумаги, водите им взад-вперед по краю градуированной линейки, пока вы не увидите черные нити на изображении наиболее отчетливо, и вы обнаружите, что фокус фиолетового FE находится гораздо ближе, чем тот, в котором он находится. красного переменного тока, который ясно показывает, что тела разных цветов никогда не могут быть изображены выпуклыми линзами без некоторой путаницы.

Величина рассеивания цветных лучей в выпуклых линзах зависит от фокусного расстояния стекла; пространство, которое занимают цветные изображения, составляет примерно двадцать восьмую часть. Таким образом, если фокусное расстояние объектива составляет двадцать восемь дюймов, расстояние между Rr и Vv (рис. 32) составит около одного дюйма; если фокус равен двадцати восьми футам, то то же расстояние составит около одного фута, и так далее в той же пропорции. Теперь, когда такая последовательность изображений, образованных разноцветными лучами, рассматривается через окуляр, будет казаться, что это всего лишь одно изображение, и, следовательно, очень нечеткое и окрашенное различными цветами, а поскольку красная цифра Rr самая большая или видна под наибольшим углом, крайние части этого спутанного изображения будут красными, и последовательность призматических цветов будет сформирована внутри этой красной каймы, как это обычно бывает в обычных телескопах-рефракторах, сконструированных с одним предметным стеклом. Именно из-за этого обстоятельства обычный телескоп-рефрактор не может быть значительно усовершенствован без использования линз с очень большим фокусным расстоянием; и поэтому около 150 лет назад были сконструированы такие телескопы длиной 80, 100 и 120 футов. Но все же изображение формировалось не так отчетливо, как хотелось, и диафрагму предметного стекла пришлось ограничить. Это недостаток, который долгое время считался неизлечимым; и даже сам Ньютон отчаялся найти какие-либо средства, с помощью которых можно было бы устранить дефекты телескопов-рефракторов и произвести их усовершенствование. Это, однако, было достигнуто Доллондом в степени, намного превосходящей то, что можно было ожидать, о чем будет дан конкретный отчет в дальнейшем.

Первоначально это было замечено Ньютоном, и впоследствии этот факт был подтвержден экспериментами сэра У. Гершеля, что *разноцветные лучи обладают неодинаковой освещающей способностью*. Фиолетовые лучи, по—видимому, оказывают наименьшее освещающее действие; индиго - большее, и эффект возрастает в порядке следования цветов: *зеленый* очень велик; между зеленым и желтым самый большой из всех; желтый такой же, как зеленый; но красный меньше, чем желтый. Гершель также попытался определить, изменяется

ли способность разноцветных лучей *нагревать* тела в зависимости от их способности их освещать. Он ввел в темную комнату луч света, который был разложен призмой, а затем подвергнул очень чувствительный термометр воздействию всех лучей подряд и наблюдал высоту, на которую он поднялся за данное время. Он обнаружил, что их нагревательная способность увеличилась с фиолетовой до красной. Ртуть в термометре поднималась выше, когда его колбу помещали в индиго, чем когда ее помещали в фиолетовый, еще выше в синем и выше всего в красном. Поместив колбу термометра ниже красного, совершенно вне спектра, он с удивлением обнаружил, что ртуть поднялась выше всего; и пришел к выводу, что от солнца исходят *лучи, которые обладают способностью НАГРЕВАТЬ, но не освещать тела*. Эти лучи были названы *невидимыми* солнечными лучами. Они находились примерно в полудюйме от начала красных лучей; на большем расстоянии от этой точки жар начал ослабевать, но был очень ощутим даже на расстоянии 1½ дюйма. Он определил, что тепловая мощность *красных* лучей по сравнению с *зелеными* лучами составляет 2½ к 1 и 3½ к 1 для красных лучей по сравнению с *фиолетовыми*. Впоследствии он провел эксперименты по сбору этих невидимых тепловых лучей и заставил их действовать независимо от света, из чего он пришел к выводу, что их достаточно для объяснения всех эффектов, производимых солнечными лучами при возбуждении тепла; что они способны проходить через стекло и преломляться и отражаться после того, как они были окончательно отделены от солнечного луча.

М. Риттер из Йены, Волластон, Бекман и другие обнаружили, что лучи спектра обладают определенными *химическими свойствами* — что за наименее яркой границей, а именно, немного за *фиолетовым* лучом, находятся *невидимые* лучи, которые действуют химически, хотя они не обладают способностью нагревать или освещать тела. Муриат серебра, подвергнутый действию красных лучей, становится черноватым; больший эффект производят желтые, еще больший - фиолетовые, и наибольший из всех - *невидимые* лучи за пределами фиолетового. Когда фосфор подвергается действию невидимых лучей за пределами красного, он выделяет белые пары; но невидимые лучи за пределами фиолетового гасят их. Влияние этих лучей ежедневно проявляется в изменении окраски растений, которая тускнеет при частом воздействии суммы. Какую цель они призваны выполнять в общей экономии природы, пока точно неизвестно; однако мы не можем сомневаться в том, что они существенно необходимы для различных процессов, протекающих в материальной системе. И мы знаем, что не только комфорт всех племен живого мира, но и само существование животного и растительного мира зависит от неустанного действия *Тепловых* лучей.

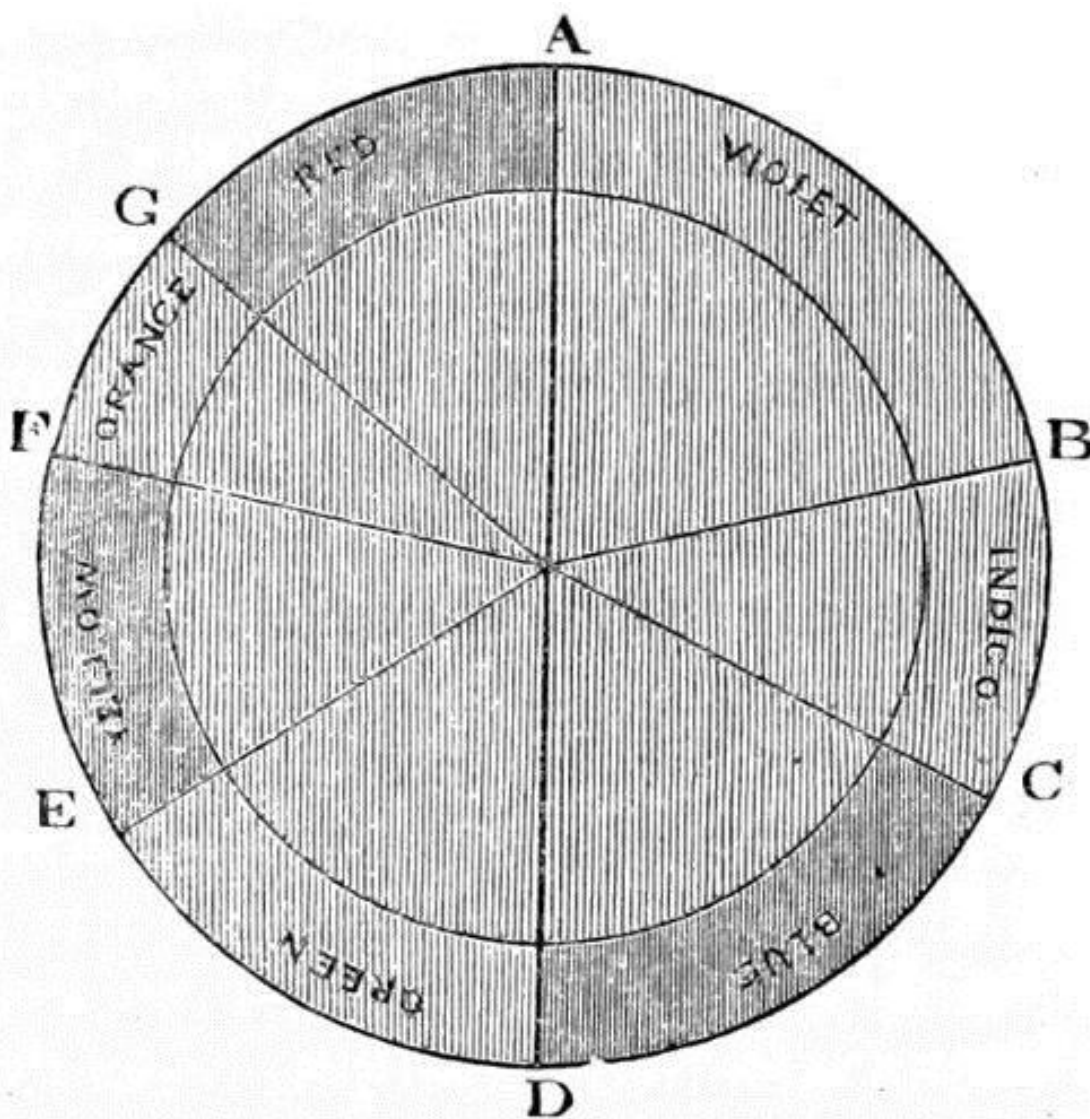
Недавно также было обнаружено, что определенные лучи спектра, особенно *фиолетовый*, *обладают свойством передавать магнетическую силу*. Доктор *Моричини* из Рима, по-видимому, был первым, кто обнаружил, что фиолетовые лучи спектра обладают этим свойством. Результат его экспериментов, однако, вызывал сомнения, пока не был установлен серией экспериментов, проведенных миссис *Сомервилл*, чье имя так хорошо известно в научном мире. Эта дама, обернув половину швейной иглы длиной около дюйма бумагой, на два часа подставила другую половину фиолетовым лучам. Затем игла приобрела северную полярность. Лучи цвета индиго производили почти такой же эффект, а синие и зеленые лучи производили его в еще меньшей степени. В желтых, оранжевых, красных и невидимых лучах не было обнаружено никакого магнитного воздействия, хотя эксперимент продолжался три дня подряд. Тот же эффект был достигнут, если поместить иглу в синее или зеленое стекло или обернуть ее синими и зелеными лентами, при этом половина иглы всегда была покрыта бумагой.

Одно из самых любопытных открытий современности, касающихся солнечного спектра, сделано Фраунгофером из Мюнхена — одним из самых выдающихся художников и оптиков на Континенте.<sup>13</sup> Он обнаружил, что спектр покрыт темными и цветными линиями, параллельными друг другу и перпендикулярными длине спектра; и он насчитал не менее 590 таких линий. Чтобы наблюдать эти линии, необходимо использовать призмы самой совершенной конструкции, из очень чистого стекла, без прожилок — чтобы исключить весь посторонний свет и даже остановить те лучи, которые формируют цветные пространства, которые мы не рассматриваем. Необходимо также использовать увеличительный прибор, и свет должен входить в призму и выходить из нее под равными углами. Одним из важных практических результатов этого открытия является то, что эти линии являются фиксированными точками в спектре, или, скорее, что они всегда занимают одно и то же положение в окрашенных пространствах, в которых они находятся. Фраунгофер подобным же образом обнаружил в спектре, создаваемом светом Венеры, те же полосы, что и в солнечном спектре; в спектре света Сириуса он заметил три большие полосы, которые по внешнему виду не имели никакого сходства со светом Солнца; одна из них была зеленой, две - синей. Звезды, по-видимому, отличаются друг от друга своими прожилками. Электрический свет очень сильно отличается от света солнца и лампы в отношении полос спектра — ‘Этот эксперимент также можно провести, хотя и несовершенным способом, рассматривая узкую щель между двумя почти закрытыми ставнями окна через очень превосходную стеклянную призму, поднесенную близко к глазу, с углом преломления, параллельным линии света. Когда спектр формируется солнечными лучами, прямыми или непрямыми, например, от неба, облаков, радуги, луны или планет, черные полосы всегда находятся в одних и тех же частях спектра и при любых обстоятельствах сохраняют одинаковое относительное положение, ширину и интенсивность.’

Из того, что было сказано относительно солнечного спектра, очевидно, следует, что белый свет есть не что иное, как соединение всех призматических цветов; и это может быть еще более проиллюстрировано тем, что семь основных цветов, будучи снова собраны вместе, вновь образуют белый свет. Это можно грубо доказать в целях иллюстрации, смешав вместе семь различных порошков, имеющих цвета и пропорции спектра; но лучшим способом, в целом, является следующий. Пусть на гладкой круглой доске, покрытой белой бумагой, нарисуются два круга, как показано на рис. 34: Пусть самая внешняя часть будет разделена на 360 равных частей; затем нарисуйте семь прямых линий в виде А, В, С и с., от центра к самой внешней окружности, так, чтобы линии А и В охватывали 80 градусов этой окружности. Линии В и С - 40 градусов; С и D - 60; D и E - 60; E и F - 48; F и G - 27; G и А - 45. Затем между этими двумя кругами закрасьте пробел АG красным, переходящим в оранжевый около G; GF оранжевым, переходящим в желтый около F; FE желтым, переходящим в зеленый около E; ED зеленым, переходящим в синий около D; DC синим, переходящим в индиго около C; CB индиго, переходящим в фиолетовый около B; и BA фиолетовым, переходящим в мягкий красный около А. После этого покрасьте в черный всю ту часть доски, которая находится внутри внутреннего круга; и, проведя ось через центр доски, быстро поверните ее вокруг этой оси, чтобы лучи падали на доску. исходя из вышеперечисленных цветов, все они могут быть смешаны и смешиваться вместе, попадая в глаза. Тогда вся цветная часть будет выглядеть как белое кольцо, слегка сероватое — не идеально белое, потому что никакое искусство не может подготовить или наложить идеальные цвета во всех их нежных оттенках, как в реальном спектре.

*рисунок 34.*





В том, что все цвета света, смешанные вместе в их надлежащих пропорциях, дают чистый *белый* цвет, можно убедиться в результате следующего эксперимента. Возьмите большое выпуклое стекло и поместите его в комнату с бумагой или экраном, на котором был изображен солнечный спектр (см. рис. 31), стекло объединит все лучи, исходящие от призмы, если подложить бумагу для их приема, и вы увидите круглое пятно чистого живого белого цвета. Лучи пересекутся в фокусе стекла, и, если немного отодвинуть бумагу от этой точки, вы увидите, что призматические цвета снова отображаются, но в обратном порядке из-за пересечения лучей.

## РАЗДЕЛ. 2. О ЦВЕТАХ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.

Из сказанного выше мы можем узнать истинную причину тех разнообразных оттенков, которые демонстрируют естественные и искусственные объекты, и пестрой окраски, которая проявляется на лице природы. Это происходит из-за того, что поверхности тел расположены так, чтобы отражать один цвет, а не другой. Когда это расположение таково, что тело отражает все виды лучей, в смешанном состоянии, в котором оно их принимает, это тело кажется *наибелым*, что, собственно говоря, не является цветом, а скорее совокупностью всех цветов. Если тело обладает способностью отражать один вид лучей более интенсивно, чем другие,



поглощая все остальные, оно будет иметь цвет, соответствующий этому виду лучей. Таким образом, трава *зеленая*, потому что она поглощает все лучи, кроме зеленых. Только эти зеленые лучи отражают нашему взору трава, деревья, кустарники и все другие зеленые части ландшафта и заставляют их казаться зелеными. Таким же образом различные цветы отражают свои соответствующие цвета; роза - красные лучи; фиолетовый - синий; жонкиль - желтый; бархатцы - оранжевый, и каждый предмет, будь то натуральный или искусственный, имеет тот цвет, который должна отражать его особая текстура. Огромное количество тел приспособлено для отражения сразу нескольких видов лучей, и, как следствие, они имеют смешанные цвета. Может даже случиться так, что из двух тел, которые должны быть зелеными, например, одно может отражать чистый зеленый свет, а другое - смесь желтого и синего. Это качество, изменяющееся до бесконечности, заставляет различные виды лучей объединяться всевозможным образом и во всех возможных пропорциях; и отсюда неисчерпаемое разнообразие оттенков, которые природа распространила по ландшафту мира. Когда тело поглощает почти весь достигающий его свет, это тело кажется *черным*. Он пропускает к глазу так мало отраженных лучей, что сам по себе едва различим, и его присутствие и форма не производят на нас никакого впечатления, если только он не перебивает яркость окружающего пространства. Следовательно, черный цвет - это отсутствие всех цветных лучей.

Таким образом, очевидно, что все различные сочетания цветов, которые мы видим в окружающих нас предметах, *заклочены не в самих телах*, а в свете, который падает на них. Нет цвета, *присущего* траве, деревьям, плодам и цветам, ни даже самому великолепному и пестрому платью, которое украшает даму. Все подобные объекты сами по себе так же лишены цвета, как тела, помещенные в центр земли, или как хаотические материалы, из которых был сформирован наш земной шар до сотворения света. Ибо там, где нет света, нет и цвета. В темноте каждый объект черный или бесцветный, и он кажется цветным только тогда, когда свет делает его видимым. Это становится еще более очевидным из следующего эксперимента. Если мы поместим окрашенное тело в один из цветов спектра, формируемого призмой, оно будет выглядеть того же цвета, что и лучи, в которые оно помещено. Возьмите, например, красную розу и сначала подвергните ее воздействию красных лучей, и она приобретет более яркий румяный оттенок. Подержите его в голубых лучах, и он будет казаться уже не красным, а тускло-голубого цвета, и точно так же его цвет будет казаться другим, если поместить его во все другие лучи другого цвета. Именно по этой причине цвета объектов существенно изменяются в зависимости от природы света, в котором они видны. Цвета лент и различных кусочков шелка или шерстяной материи при свете свечей не такие, как днем. При свете свечи или лампы синий цвет часто кажется зеленым, а желтые предметы приобретают беловатый оттенок. Причина в том, что свет свечи не такой чисто-белый, как свет солнца, а имеет желтоватый оттенок, и поэтому при преломлении призмой преобладают желтоватые лучи, а переизбыток желтых лучей придает голубым предметам зеленоватый оттенок.

Доктрина, которую мы сейчас иллюстрируем, - это та, которую очень многим людям, особенно представительницам прекрасного пола, трудно принять. Они не могут себе представить, что их великолепному одеянию на самом деле не присущ цвет и что в их лицах нет оттенков красоты. - Что, - сказала одна дама, там нет цветов, в мой платок, и в лентах, которые украшают мою голову платье и, мы все черные, как негры в темноте; я почти с содроганием думаю о ней.' Таким лицам, однако, нужно быть в тревоге на мысль; но может утешать себя подумав, что, когда они будут лишены всех своих цветные орнаменты в темноте, они уверены в том, что *они никогда не видели ни одного* в таком состоянии, и, следовательно, нет никаких оснований сожалеть о временной

потере тех красавиц, которые создает свет—когда они сами и все окружающие объекты *невидимыми*. Но, чтобы дать еще более наглядное доказательство этой позиции, можно привести следующие популярные эксперименты.

Возьмите пинту обычного спирта и вылейте его в тарелку для супа, а затем поставьте на огонь; когда он начнет разгораться, бросьте в горящий спирт горсть соли и продолжайте помешивать ложкой. Таким образом, можно последовательно бросить туда несколько пригоршней, и тогда зрители, стоящие вокруг пламени, увидят друг друга ужасно изменившимися, их цвета изменятся на жуткую черноту вследствие природы падающего на них света, который производит цвета, сильно отличающиеся от солнечного света. Следующий эксперимент, описанный сэром Д. Брюстером, иллюстрирует тот же принцип. "Получив возможность осветить любую квартиру *желтым* светом, пусть выставка будет проведена в комнате с мебелью различных ярких цветов и картинами маслом или акварелью на стене. Группа, которая должна стать свидетелем эксперимента, должна быть одета в одежду самых ярких цветов; на столах должны быть расставлены цветы самых ярких цветов и яркие рисунки. Поскольку комната сначала освещена обычными лампами, яркие и веселые цвета каждой вещи, которая в ней находится, будут прекрасно отображены. Если сейчас внезапно погасить белый свет и зажечь желтые лампы, произойдет самая ужасающая метаморфоза. Пораженные люди больше не смогут узнать друг друга. Вся мебель в комнате и все предметы, находящиеся в ней, будут иметь только *один* цвет. Цветы потеряют свои оттенки; картины и рисунки будут казаться выполненными фарфоровыми чернилами, а самые яркие платья, самые яркие алые, самые чистые сиреневые, самые насыщенные синие и самые яркие зеленые цвета превратятся в один монотонно-желтый. Соответствующие изменения произойдут и в облике сторон. Один мертвенно-бледный желтый цвет окутает молодых и старых, и только *землистое* лицо избежит метаморфозы. Каждый индивид получает удовольствие от мертвенно-бледного вида своего соседа, не осознавая, что он является одним из этого жуткого сборища".

- Как неестественный оттенок,  
Который осень окрашивает в увядший лист,

Из таких экспериментов, подобных этим, мы могли бы заключить, что если бы солнечные лучи описывались совсем иначе, чем то, чем они являются сейчас, цвета, украшающие лик природы, и вся сцена нашего подлунного творения приобрели бы новый аспект и выглядели бы совсем иначе, чем то, что мы сейчас видим вокруг себя в каждом пейзаже. Мы обнаруживаем, что звезды проявляют большое разнообразие цветов; что, несомненно, связано с различными видами света, излучаемого этими телами; и отсюда мы можем заключить, что окраска, отбрасываемая на различные объекты Вселенной, различна в каждой отдельной системе, и что таким образом, наряду с другими расположениями, бесконечное разнообразие окраски и декораций распределено по всей необъятности творения.

The *Атмосфера*, вследствие ее различной преломляющей и отражающей способности, является источником множества цветов, которые часто украшают и разнообразят вид нашего неба. Воздух *отражает* синие лучи наиболее обильно и, следовательно, должен *пропускать* красные, оранжевые и желтые лучи более обильно, чем другие лучи. Когда солнце и другие небесные тела находятся на большой высоте, их свет передается без каких-либо заметных изменений, но когда они находятся вблизи горизонта, их свет должен проходить через длинный

и плотный слой воздуха и, следовательно, должен быть значительно изменен, прежде чем он достигнет глаз наблюдателя. Импульс красных лучей больше, чем у фиолетовых, и они будут пробиваться сквозь сопротивляющуюся среду, в то время как фиолетовые лучи будут либо отражаться, либо поглощаться. Если свет заходящего солнца, проходя таким образом через длинный слой воздуха, будет лишен зеленых, синих, индиго и фиолетовых лучей, то оставшиеся лучи, проходящие через атмосферу, осветят облака на западе сначала оранжевым цветом; а затем, по мере того как солнце постепенно опускается за горизонт, дорожка, по которой должны проходить лучи, становится длиннее, желтый и оранжевый цвета отражаются, и облака становятся более густыми, *красными*, пока, наконец, с исчезновением солнца они не приобретут свинцовый оттенок из-за отражения синего света в воздухе. Подобные изменения цвета иногда наблюдаются на восточном и западном фасадах белых зданий. Церковь Святого Павла в Лондоне часто можно увидеть на закате солнца, окрашенную в очень значительную степень красноты; и по той же причине луна приобретает красноватый оттенок из-за света, проходящего через атмосферу. Из таких атмосферных преломлений и отражений получаются те богатые и красивые оттенки, которыми наше небо позолочено заходящим солнцем, и пылающий красный цвет, которым окрашиваются утренние и вечерние облака, пока их красноватый блеск не смягчается пурпуром сумерек и отраженной лазурью неба.

Когда прямой спектр отбрасывается на цвета, более темные, чем он сам, он смешивается с ними: подобно тому, как желтый спектр заходящего солнца, отброшенный на зеленую траву, становится более зеленым. Но когда прямой спектр накладывается на цвета, более яркие, чем он сам, он мгновенно меняется на обратный спектр, который смешивается с этими более яркими цветами. Таким образом, желтый спектр заходящего солнца, отбрасываемый на светящееся небо, становится голубым и меняется в зависимости от цвета или яркости облаков, на которых оно появляется. Красная часть света, способная пробиваться сквозь плотную и сопротивляющуюся среду, которая поглощает все другие цвета, — это также причина, по которой солнце кажется красным, когда его видят сквозь туман, — почему далекий свет, хотя и проходящий через синее или зеленое стекло, кажется красным, — почему фонари на расстоянии, видимые сквозь дым длинной улицы, красные, в то время как те, что находятся вблизи, белые. По той же причине происходит то, что ныряльщик на дне моря окружен красным светом, который проникает сквозь сверхплотную жидкость, и что синие лучи отражаются *от поверхности* океана. Следовательно, доктор Галлей сообщает нам, что, когда он находился в водолазном колоколе на дне моря, его рука в воде всегда казалась красной.

The *Голубые* лучи, как уже отмечалось, будучи неспособными противостоять препятствиям, с которыми они сталкиваются на своем пути через атмосферу, либо отражаются, либо поглощаются при прохождении. Именно этой причине большинство философов приписывают *голубой цвет неба*, тусклость и затемненность отдаленных объектов и яркую лазурь, которой окрашены горы на отдаленном ландшафте.

### *РАЗДЕЛ. 3. ЯВЛЕНИЯ РАДУГИ.*

Поскольку обнаружено, что лучи света разлагаются преломляющими поверхностями и отражаются в бесконечном разнообразии форм и оттенков цвета, нам не нужно удивляться изменениям, производимым в любой сцене или объекте вмешательством другого человека, и многочисленным модификациям, которым подвержены основные цвета природы. Яркие цвета, позолотившие восходящее и заходящее солнце, обязательно должны отличаться от тех,

которые украшают его полуденное великолепие. Таким образом, обязательно будет создано разнообразие атмосферных пейзажей, большее, чем может себе представить самая живая фантазия. Облака иногда будут принимать самые фантастические формы, а в другое время будут пронизаны лучами света или, покрытые самыми темными оттенками, примут более низкий вид, предвещающий раскат грома и вспышку молнии — все в соответствии с различными лучами, которые отражаются в наших глазах, или количеством поглощаемых испарений, плавающих в атмосфере.

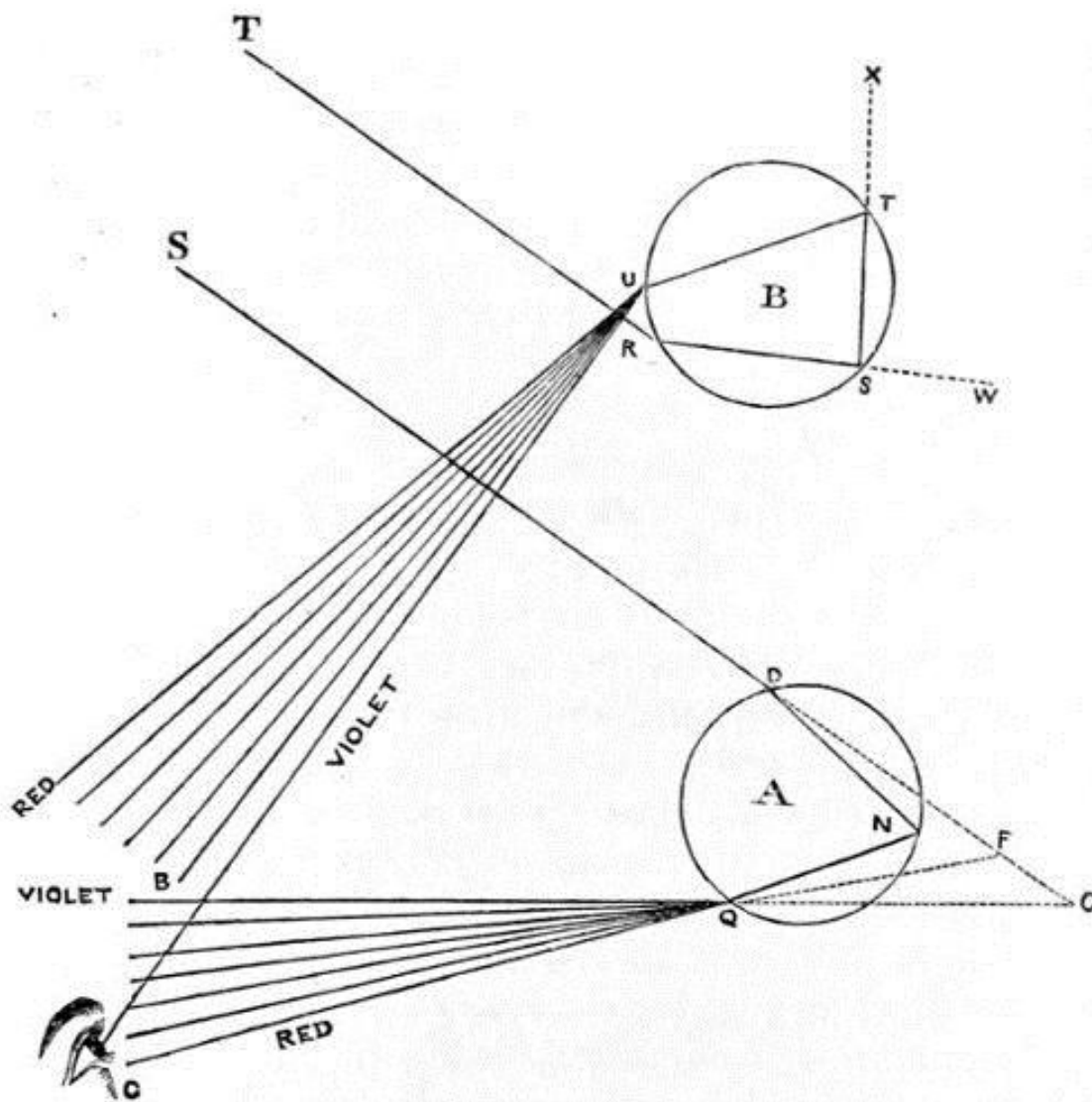
Свет, который с таким величием украшает чистое и безмятежное небо посредством бесчисленных ярких звездных шаров, которые разбросаны по нему, иногда на темном и облачном небе являет орнамент, который своей пышностью, величием и разнообразием цветов привлекает внимание каждого глаза, имеющего возможность созерцать его. В определенное время, когда вокруг нас или на некотором расстоянии от нас, в противоположной от солнца четверти, идет ливень, в небе можно увидеть нечто вроде арки, украшенной всеми семью основными цветами света. Это явление, которое является одним из самых красивых метеоров в природе, получило название Радуги. На протяжении веков радуга считалась необъяснимой тайной, и некоторые народы поклонялись ей как божеству. Даже после зарождения истинной философии прошло немало времени, прежде чем было сделано какое-либо важное открытие относительно истинных причин, действующих в возникновении этого феномена. Примерно в 1571 году М. Флетчер из Бреслау приблизился к открытию истинной причины, попытавшись объяснить цвета радуги с помощью двойного преломления и одного отражения. Более близкое приближение было сделано Антонио де Доминисом, епископом Спалатро, около 1601 года. Он утверждал, что двойного преломления Флетчера, с *промежуточным отражением*, было достаточно для получения цветов лука, а также для того, чтобы лучи, которые их образовывали, попадали в глаза зрителю без какого-либо последующего отражения. Чтобы проверить эту гипотезу, он раздобыл небольшой шар из цельного стекла и, рассматривая его, когда на него падали солнечные лучи — спиной к этому светилу, — таким же образом, как, по его предположению, располагались капли дождя по отношению к ним, он заметил те же цвета, которые видел в радуге, и в том же порядке. Но он не смог привести ни одной веской причины, *почему* бант должен быть цветным, и уж тем более сколько-нибудь удовлетворительного описания *порядка*, в котором эти цвета появляются. Только после того, как сэр И. Ньютон открыл различную преломляемость лучей света, можно было дать полное и удовлетворительное объяснение всем обстоятельствам, связанным с этим явлением.

Поскольку полное разъяснение этого предмета включает в себя множество оптических и математических исследований, я сделаю немногим больше, чем объясню общий принцип, на основе которого можно объяснить выдающиеся явления радуги, а также некоторые факты и результаты, полученные теорией и наблюдениями.

Мы только что упомянули об эксперименте со стеклянным шаром: — Если, затем, мы возьмем либо твердый стеклянный шар, либо полый шар, наполненный водой, и подвесим его так высоко в солнечных лучах над глазом, что зритель, стоящий спиной к солнцу, сможет увидеть, что шар *красный*; — если его медленно опускать, он увидит оранжевый, затем желтый, затем зеленый, затем синий, затем индиго, а затем фиолетовый; так что при падении на разной высоте глазу будут представлены последовательно семь основных цветов. В этом случае земной шар, исходя из его формы, будет действовать в некоторой степени как призма, и луч будет разделен

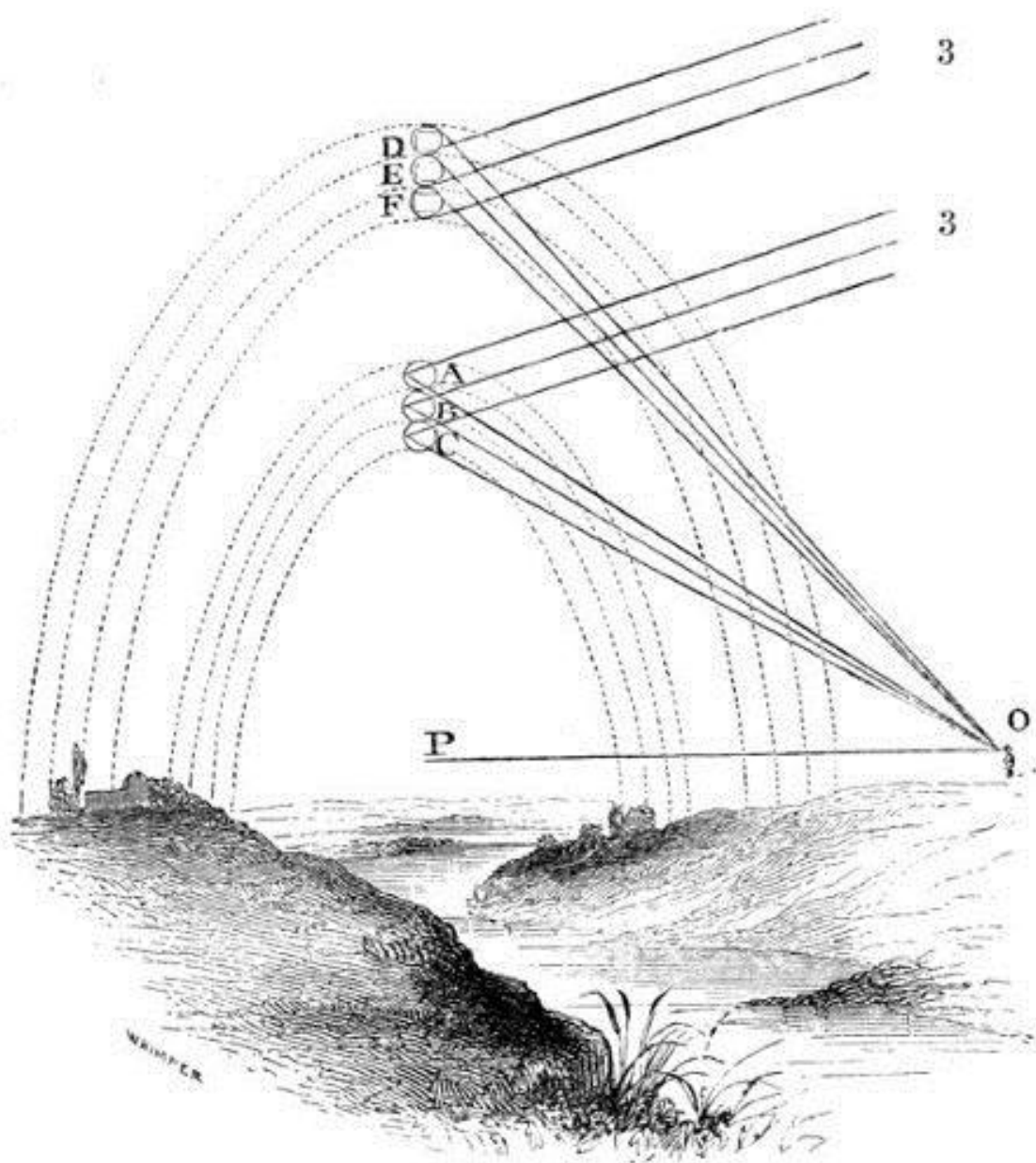
на составные части. Следующий рисунок более конкретно иллюстрирует этот момент. Предположим, что А (рис. 35) представляет каплю дождя, которую можно рассматривать как стеклянный шар в миниатюре и которая будет оказывать такое же воздействие на лучи света, и пусть Sd представляет луч солнца, падающий на верхнюю часть капли в точке D. В точке входа в каплю она будет преломляться, и вместо того, чтобы двигаться вперед к С, она будет изогнута к N. От N часть света будет отражаться к Q — какая-то его часть, конечно, пройдет через каплю. Из-за наклона, с которым он падает на сторону капли в точке Q, эта часть становится своего рода призмой и разделяет луч на его первичные цвета. Вычислением установлено, что после того, как луч претерпел два преломления и одно отражение, как показано здесь, наименее преломляемая его часть, а именно *красный* луч, составит угол с падающим солнечным лучом  $42^{\circ} 2'$ , как Sfq; а фиолетовый, или луч с наибольшей преломляемостью, составит с солнечным лучом угол  $40^{\circ} 17'$ , как Scq; и, таким образом, все частицы воды в пределах разницы этих двух углов, а именно  $1^{\circ} 45'$  — (предположим, что луч исходит только из центра солнца) — будет демонстрировать отдельные цвета призмы и составлять *внутреннюю* часть облака. Это хорошо работает на любой высоте, на которой может оказаться солнце во время сильного дождя. Если он находится на большой высоте, радуга будет низкой; если он находится на низкой высоте, радуга должна быть высокой; и если в долине случается ливень, когда зритель находится на горе, он иногда увидит дугу в виде *полного круга* под ним. В настоящее время мы описали явление только одной капли; но следует учитывать, что в потоке дождя капли находятся на любой высоте и на любом расстоянии; и поэтому глаз, расположенный в точке G, увидит все различные цвета. Все те капли, которые находятся в определенном положении по отношению к зрителю, будут отражать красные лучи, все капли, находящиеся на следующей станции, - оранжевые, те, что на следующей, - зеленые, и так далее по отношению ко всем остальным цветам.

рисунок 35.



Таким образом, оказывается, что первая, или первичная, дуга образована двумя преломлениями и одним отражением; но часто имеется вторая дуга, расположенная снаружи от другой, которая значительно слабее. Это вызвано падением капель дождя выше той капли, которую мы предположили в точке A. Если B (рис. 35) представляет одну из этих капель, луч, направляемый в глаз, попадает в каплю у основания и претерпевает *два преломления и два отражения*, что означает, что цвета меняются местами, то есть фиолетовый самый низкий во *внешней* дуге, а красный самый низкий во *внутренней* дуге, и остальные цвета соответственно меняются местами. Луч T преломляется в точке R: часть его отражается от S к T, а в точке T он подвергается другому отражению от T к U. В точках S и T часть луча *проходит* через каплю из-за ее прозрачности в направлении W и X, и поэтому мы говорим, что отражается только *часть* луча. Из-за этих потерь и отражений внешний нос становится слабым и нечетко очерченным по сравнению с внутренним или основным носом. В этом случае верхняя часть вторичной носовой части не будет видна, когда солнце находится выше  $54^{\circ} 10'$  над горизонтом; а нижняя часть носовой части не будет видна, когда солнце находится на высоте  $60^{\circ} 58'$  над горизонтом.

рисунк 36.



Для дальнейших иллюстраций по этому вопросу мы можем представить следующую часть лука (рис. 36). и, чтобы избежать путаницы при попытке изобразить все различные цвета, давайте предположим, что всего три капли дождя и три разных цвета, как показано на рисунке. Наблюдатель О находится в центре двух представленных здесь дужек, плоскости которых следует рассматривать как перпендикулярные его взгляду, капли А, В и С создают на внутренней дужке два преломления и одно отражение, как указано выше, а капли D, E, F создают на внешней дужке два преломления и два отражения, солнечные лучи представлены цифрами 3,3. Очевидно, что угол  $\text{COP}$  меньше, чем угол  $\text{BOP}$ , и что угол  $\text{AOP}$  является наибольшим из трех. Таким образом, самый большой угол образован красными лучами, средний - зелеными, а самый маленький - фиолетовыми. Таким образом, все капли дождя, оказавшиеся в определенном положении по отношению к глазу зрителя, будут отражать красные лучи и образовывать полосу или полукруг красного и, следовательно, других цветов от капель в других положениях. Если зритель сменит свое положение, он увидит поклон, но не тот ,

что раньше; а если зрителей будет много, каждый из них увидит другой поклон, хотя он и кажется одним и тем же.

Радуга имеет *полукруглый* вид, потому что наши глаза видят преломленные лучи только под определенными углами, как видно из эксперимента со стеклянным шаром, о котором говорилось ранее, который будет преломлять лучи только в определенном положении. Мы уже говорили, что красные лучи образуют угол  $42^{\circ} 2'$ , а фиолетовые - угол  $40^{\circ} 17'$ . Теперь, если провести линию горизонтально от глаза зрителя, очевидно, что углы, образованные этой линией определенного размера во всех направлениях, создадут окружность, которая появится при прикреплении шнура данной длины к определенной точке, вокруг которой он может поворачиваться, как вокруг своей оси; и в каждой точке горизонтальная линия будет описывать угол определенной протяженности.

Иногда случается, что видны *три* или более луков, хотя и с разной степенью отчетливости. Я не раз наблюдал это явление, особенно в Эдинбурге, в августе 1825 года, когда в одной и той же части неба были отчетливо видны три радуги; и, если я правильно помню, появился фрагмент четвертой. Это происходит, когда лучи подвергаются третьему или четвертому отражению; но из-за того, что свет теряется при таком большом количестве отражений, такие изгибы по большей части совершенно незаметны.

Если бы не было земли, которая закрывала бы дождь и обзор наблюдателя, радуга образовывала бы *полный круг*, центр которого диаметрально противоположен солнцу. Такие круги иногда можно увидеть в брызгах моря или каскада, или на вершинах высоких гор, когда в долинах внизу проходят ливни. Часто наблюдаются радуги различных описаний, поднимающиеся среди брызг и испарений водопадов, а также среди морских волн, вершины которых ветер разносит на мелкие капли. Один из них регулярно можно увидеть, когда светит солнце и зритель находится в подходящем положении, у водопада Штауббах в Альпах; другой - близ Шаффхаузена; еще один - у каскада Лауффен; и еще один - у Ниагарского водопада в Северной Америке. Говорят, что еще более красивую реку можно увидеть в Терни, где все течение реки Велино, несущееся с крутого обрыва высотой почти 200 футов, представляет зрителю внизу пестрый круг, перекрывающий водопад, и две другие излуины, внезапно отражающиеся справа и слева. Дон Уллоа в отчете о своих путешествиях по Южной Америке рассказывает, что круглые радуги часто можно увидеть в горах над Кито в Перу. Говорят, что однажды недалеко от Лондона видели радугу, вызванную испарениями этого города, после того как солнце находилось за горизонтом более двадцати минут. **14 По словам мистера Баке**, мой военно-морской друг сообщил мне, что, когда он однажды наблюдал за воздействием солнца на испарения вблизи Хуан-Фернандеса, он увидел, как одновременно более двадцати пяти *тысяч морских пехотинцев* оживляют море. В этих морских носовых частях вогнутые стороны были обращены вверх, капли воды поднимались снизу, а не падали сверху, как в случаях с воздушными арками. Радуги также иногда можно увидеть на траве, в утренней росе, а также при сходе инея. Доктор Лэнгвит однажды увидел лежащий на земле лук, цвета которого были почти такими же яркими, как цвета обычной радуги. Он был не круглым, а продолговатым и простирался на несколько сотен ярдов. Цвета занимали меньше места и были гораздо более живыми в тех частях носа, которые находились рядом с ним, чем в тех, которые находились на расстоянии. Когда мсье Лабийярдьер был на горе Тенериф, он увидел контуры своего тела, нарисованные на облаках под ним всеми цветами солнечного луча. Ранее он был свидетелем этого явления на реке Кесруан в Малой Азии. Говорят, что радуги Гренландии часто бывают



бледно-белыми с коричневато-желтой каймой, возникающей из-за того, что солнечные лучи отражаются от замерзших облаков.

Ниже приводится краткое изложение основных фактов, которые были установлены относительно радуги: -1. Радугу можно увидеть только во время дождя и в той точке неба, которая противоположна солнцу. 2. Как основной, так и второстепенный банты пестрят всеми призматическими цветами — красный является самым ярким цветом в основном, или самом ярком банте, а фиолетовый - самым ярким во внешней части. 3. Основная радуга никогда не может быть большей дугой, чем полукруг; а когда солнце садится, никакой дуги при обычных обстоятельствах не видно. 4. Ширина внутренней, или главной, дуги — если считать солнце всего лишь точкой — равна  $1^{\circ} 45'$ ; а ширина внешней дуги -  $3^{\circ} 12'$ , что почти вдвое больше, чем у другой; и расстояние между дужками -  $8^{\circ} 55'$ . Но поскольку тело солнца отклоняется под углом примерно в полградуса, на столько увеличится каждая дуга, а расстояние между ними уменьшится; и, следовательно, ширина внутренней дуги составит  $2^{\circ} 15'$ , а внешней -  $3^{\circ} 42'$ , а расстояние между ними -  $8^{\circ} 25'$ . Наибольший полудиаметр внутренней носовой части, на тех же основаниях, будет равен  $42^{\circ} 17'$ , а наименьший - внешней носовой части  $50^{\circ} 43'$ . 5. Когда солнце находится над горизонтом, утром или вечером, носовые части будут выглядеть полукруглыми. С другой стороны, когда высота солнца равна  $42^{\circ} 2'$  или  $54^{\circ} 10'$ , вершины луков будут опускаться ниже горизонта. Следовательно, в летние дни, в течение определенного интервала каждый день, не может образовываться видимых радуг из-за большой высоты солнца над горизонтом. 6. Высота луки над горизонтом, или поверхностью земли, меняется в зависимости от высоты солнца. Высоту в любое время можно измерить с помощью обычного квадранта или другого углового прибора; но, если известна высота солнца в какое-либо конкретное время, высоту вершины любой из дуг можно найти, вычтя высоту солнца из  $42^{\circ} 2'$  для внутренней дуги и из  $54^{\circ} 10'$  для внешней. Таким образом, если бы высота солнца была  $26^{\circ}$ , высота первичной луки составила бы  $16^{\circ} 2'$ , а вторичной -  $28^{\circ} 10'$ . Отсюда следует, что высота и размер луков уменьшаются по мере увеличения высоты солнца. 7. Если высота солнца больше, чем 42 градуса, и меньше, чем 54 градуса, внешняя часть может быть видна, хотя внутренняя часть невидима. 8. Иногда видна только часть дуги, в то время как все остальные части лука невидимы. Это происходит, когда дождь не занимает места, достаточного для завершения поклона; и внешний вид этого положения и даже самого поклона будет различным в зависимости от характера ситуации и пространства, занятого дождем.

Появление радуги может быть создано искусственным путем в любое время, когда солнце светит и не слишком высоко поднято над горизонтом. Это достигается с помощью искусственных фонтанов или *струйных смесителей*, которые предназначены для того, чтобы выбрасывать потоки воды на большую высоту. Эти потоки, когда они распространяются очень широко и сливаются воедино в своих верхних частях, образуют при падении ливень из искусственного дождя. Итак, если во время работы фонтана мы переместимся между ним и солнцем на соответствующее расстояние от фонтана, пока наша тень не направится прямо на него, и посмотрим на ливень, мы увидим цвета радуги, сильные и яркие; и, что особенно достойно внимания, луч кажется, несмотря на близость ливня, таким же большим и удаленным, как радуга, которую мы видим при естественном проливном дожде. Тот же эксперимент можно провести при свете свечи и с любым инструментом, который будет создавать искусственный душ.

*Лунные радуги.*—Лунная дуга иногда образуется ночью из-за того, что лучи Луны падают на дождевое облако, особенно когда она близка к полнолунию. Но такое явление очень редко. Говорят, что Аристотель считал себя первым, кто увидел лунную радугу. За более чем сто лет, предшествовавших середине прошлого столетия, мы находим только два или три зарегистрированных случая, в которых подобные явления описаны с точностью. Однако в "Философских трудах" за 1783 год у нас есть отчет о трех наблюдениях за один год, и все в одном и том же месте, но они ни в коем случае не являются обычными явлениями. За последние двадцать лет у меня была возможность стать свидетелем двух явлений, подобных этому описанию — одно из которых было замечено в Перте субботним вечером осенью 1825 года, а другое — в Эдинбурге в среду, 9 сентября 1840 года, около восьми часов вечера - и то, и другое я подробно описал в некоторых общедоступных журналах. Луна в обоих случаях была в пределах одного-двух дней от полнолуния; арки были видны в северной четверти неба и простирались почти с востока на запад, луна находилась недалеко от южного меридиана. Дуги казались отчетливыми и четко очерченными, но ни на одном из них не было заметно отчетливых следов призматических цветов. То, что появилось в 1825 году, было наиболее отчетливо сформировано и оставалось видимым более часа. Другой был гораздо слабее и продолжался немногим более получаса, так как темные тучи закрыли лик луны. Эти дуги имели определенное сходство с некоторыми из светящихся арок, которые иногда сопровождают Северное сияние, и это последнее явление нередко ошибочно принимали за Лунную радугу; но их всегда можно отличить, обратив внимание на фазы и положение луны. Если луна не видна над горизонтом, если она находится в своей первой или последней четверти, или если какое-либо наблюдаемое явление происходит не в направлении, противоположном Луне, мы можем с уверенностью заключить, что, какой бы вид ни был представлен, лунной радуги нет.

Радуга - это объект, привлечший всеобщее внимание, а ее красивые цвета и форма вызвали всеобщее восхищение. Поэты украсили свои произведения множеством прекрасных аллюзий на этот великолепный метеор; и игривый школьник, созерцая "яркое очарование", часто бегал, 'чтобы поймать падающую славу'. Когда его арка опирается на противоположные стороны узкой долины или на вершины двух соседних гор, его внешний вид одновременно прекрасен и величествен. По всей вероятности, его форма впервые навела на мысль о *арках*, которые сейчас находят столь полезное применение при постройке акведуков и мостов, а также для украшения архитектуры дворцов и храмов. Едва ли возможно серьезно созерцать это великолепное явление, не испытывая восхищения и благодарности к этому мудрому и благодетельному Существо, чьи руки придали ему столь изящную и величественную форму и украсили всеми великолепными красками. "Взгляните на радугу", - говорит сын Сираха, [15](#) и восславьте Того, кто сотворил ее: она очень прекрасна в своем сиянии. Он окружает небеса славным кругом, и руки Всевышнего согнули его". На этот великий эфирный поклон богодухновенные писатели часто ссылаются как на одну из эмблем величия и великолепия Всемогущего. В пророчествах Иезекииля престол Божества изображен украшенным сиянием, "подобным виду радуги, которая находится в облаке в день дождя, — явлением подобия славы Иеговы". И в видениях, записанных в Книге Откровений, где Всевышний изображен сидящим на престоле; "вокруг престола была радуга, по виду подобная изумруду", как эмблема его благосклонного характера, его верности и милосердия. После всемирного потопа этот лук был назначен как знак и напоминание о завете, который Бог заключил с Ноем и его сыновьями, о том, что водному потоку никогда больше не будет позволено затопить землю и ее обитателей; и как залог нерушимой верности и Божественного милосердия. Поэтому, когда мы в любое время

созерцаем “радугу в облаке”, мы имеем дело не только с прекрасным и возвышенным явлением, открывающимся чувственному взору, но и с памятником, открывающимся мысленному взору, заверяющим нас, что, “Пока пребудет земля, время посева и жатвы, холод и жара, лето и зима, день и ночь *прекратятся*”.<sup>16</sup>

— На широком небе видно  
“Облако, покрытое росой, а в облаке виден лук,  
выделяющийся семью яркими цветами,  
означающий мир с Богом и новый завет.-  
Он дает обещание никогда больше не разрушать  
землю наводнением, и не позволять морю  
выйти за свои пределы, и дождю не топить мир”.  
*Милтон. Пар. Утрачено, Книга XI.*

#### **РАЗДЕЛ. 4. РАЗМЫШЛЕНИЯ О КРАСОТЕ И ПОЛЕЗНОСТИ ЦВЕТОВ.**

Цвет - это одно из свойств света, которое составляет, главным образом, красоту и возвышенность вселенной. Именно цвет, во всех его разнообразных оттенках, представляет нашему взору то почти бесконечное разнообразие аспектов, которое проявляется в природе, которое радует глаз и воображение и которое добавляет свежести каждому новому пейзажу, который мы созерцаем. Каждый цветок, украшающий наши поля и сады, состоит из различных оттенков; каждая равнина покрыта кустарниками и деревьями разной степени зелени; и почти каждая гора покрыта травами иного оттенка, чем те, которые встречаются на холмах и ландшафте, которыми она окружена. Летом за городом природа каждый день и почти каждый час меняет свой облик множеством и разнообразием своих оттенков и украшений, так что глаз с удовольствием блуждает по предметам, постоянно разнообразным и простирающимся так далеко, насколько хватает взгляда. В цветах, которыми украшен каждый пейзаж, какое прелестное сочетание красок и какое удивительное искусство в расположении их оттенков! Здесь легкий карандаш, кажется, наложил нежные оттенки; там они смешаны по самым тонким правилам искусства. Хотя зеленый - это общий цвет, преобладающий над пейзажем подлунной природы, все же он разнообразен тысячью различных оттенков, так что каждый вид дерева, кустарника и травы одет в свою особую зелень. Таким образом, темно-зеленый цвет лесов легко отличить от более светлых оттенков кукурузных полей и зелени газонов. Система живой природы аналогичным образом демонстрирует разнообразное сочетание красивых цветов. Оперение птиц, блестящие перья павлина, рубиновые и изумрудные оттенки, украшающие маленькую колибри, и различные украшения многих видов из племени насекомых представляют глазу в каждом регионе земного шара картину разнообразной красоты и приукрашивания. Минеральное царство также не лишено подобных украшений. Ведь некоторые из самых темных и бесформенных камней и гальки, отполированные искусной рукой, демонстрируют смесь самых нежных и пестрых цветов. Вся красота и разнообразие окружающей нас обстановки полностью обусловлены тем свойством каждого луча света, благодаря которому он способен разделяться на первичные цвета.

Той же причине также следует приписать те прекрасные и разнообразные явления, которые часто украшают лик неба, — желтые, оранжевые и рубиновые оттенки, которые украшают

небосвод при восходе солнца и когда оно вот-вот опустится за западный горизонт; и те воздушные пейзажи, которые так часто можно увидеть в тропическом климате, где реки, замки и горы изображены перекатывающимися друг через друга по окружности горизонта. Облака, особенно в некоторых странах, отражают почти все цвета природы. Иногда они имеют скромный розовый оттенок; иногда они выглядят как полосы темно-красного цвета, а иногда как большие блестящие массы, окрашенные различными оттенками; то они белые, как слоновая кость, то желтые, как самородное золото. В некоторых тропических странах, по словам Сен-Пьера, облака собираются в огромные массы, белые, как снег, и громоздятся друг на друга, подобно перуанским кордельерам, и принимают форму гор, пещер и скал. Когда солнце садится за эту великолепную воздушную сеть, множество светящихся лучей проходит через каждое конкретное отверстие, которые производят такой эффект, что две стороны ромба, освещенные ими, кажутся обрамленными золотым ободком; а две другие, находящиеся в тени, кажутся окрашенными в превосходный красно-оранжевый цвет. Четыре или пять расходящихся потоков света, исходящих от заходящего солнца вплоть до зенита, покрывают золотой бахромой неопределенные вершины этого небесного барьера и продолжают поражать отблесками своих огней пирамиды сопутствующих воздушных гор, которые тогда кажутся состоящими из серебра и киновари. Короче говоря, цвет разнообразит любую подлунную сцену, будь то на земле или в атмосфере, он придает красоту явлениям падающих звезд, светящихся арок и сиянию Северного сияния, а также придает великолепие и возвышенность просторному небесному своду.

Давайте теперь на мгновение задумаемся, каким был бы облик природы, если бы вместо прекрасного разнообразия украшений, которые сейчас появляются на каждом пейзаже и на вогнутом небе, — *один* однородный цвет был брошен поверх пейзажа Вселенной. Давайте представим себе, что вся земная природа покрыта снегом, так что ни один объект на земле не должен иметь какого-либо другого оттенка, и что обширное пространство небесного свода имеет точно такой же однородный вид. Каковы были бы последствия? Свет солнца был бы сильно отражен от всех объектов в пределах нашего горизонта и создавал бы блеск, который ослепил бы каждый глаз. День приобрел бы большую *яркость*, чем сейчас, и наши глаза, возможно, через некоторое время получили бы возможность свободно обозревать окружающий пейзаж; но все, хотя и освещенное, казалось бы *спутанным*, и отдельные объекты были бы едва различимы. Дерево, дом или церковь, находящиеся поблизости, возможно, можно было бы различить по их возвышенности над общей поверхностью земли, а русло реки — по тому, что оно находится ниже нее. Но мы были бы вынуждены скорее предполагать и формировать догадки относительно конкретного объекта, который мы хотели бы различить, чем приходить к какому-либо определенному заключению относительно него; и если бы он находился на значительном расстоянии, было бы невозможно с какой-либо степенью вероятности отличить какой-либо один объект от другого. Несмотря на всеобщую яркость пейзажа, однородность цвета, отбрасываемого на каждый предмет, наверняка помешала бы нам отличить церковь от дворца, коттедж от холма или кучи мусора, великолепный особняк от скалистых утесов, деревья от холмов, на которых они растут, или бесплодную пустыню от богатых и плодородных равнин. В таком случае люди были бы сбиты с толку, и даже друзья и соседи были бы в растерянности, не узнав друг друга.

Небесный свод тоже имел бы единый вид. Ни планеты, ни кометы не были бы видны ни одному глазу, ни те миллионы звезд, которые сейчас сияют с такой яркостью и разнообразят ночное небо. Ибо именно благодаря контрасту, создаваемому глубокой лазурью небес и белым

сиянием звезд, эти тела становятся видимыми. Если бы они были изображены на чисто белом фоне, их нельзя было бы отличить от этого фона и, следовательно, они были бы невидимы, если бы какой-нибудь из них случайно не принял другой цвет. Конечно, все то прекрасное разнообразие, которое сейчас проявляется на лице подлунной природы — густая зелень полей, величественный порт леса, реки, извивающиеся по долинам, великолепные оттенки, которые разнообразят и украшают наши сады и луга, веселая окраска утренних и вечерних облаков и все то разнообразие, которое отличает разные времена года, — полностью исчезло бы. Поскольку каждый пейзаж демонстрировал бы почти один и тот же аспект, у поэта и философа не было бы стимула посещать дальние страны для изучения природных пейзажей, а путешествия из одного региона в другой вряд ли приносили бы удовольствие. Если бы преобладал какой-либо другой одиночный цвет, то последовали бы почти те же результаты. Если бы глубокий красноватый оттенок был равномерно распределен по сцене творения, это было бы не только неприятно для глаз, но и мешало бы различать предметы. Если бы преобладал темно-синий или темно-фиолетовый цвета, это произвело бы аналогичный эффект и в то же время представило бы природу покрытой мрачным мраком. Даже если бы творение было облачено в одеяние зеленого цвета, более приятного для глаз, — если бы оно не было разнообразно различными оттенками, которые оно демонстрирует сейчас, каждый объект был бы одинаково неразличим.

Таков был бы аспект творения и неудобства, которым мы подверглись бы, если бы Творец дал нам свет без того смешения цветов, которое сейчас проявляется во всей природе и которое служит для отличия одного объекта от другого. Даже сами наши квартиры были бы простыми и безвкусными, лишенными малейшего украшения, а предметы, которыми они обставлены, почти неразличимыми, так что в различении одного предмета от другого мы были бы в такой же степени обязаны чувству осязания, как и зрению. Наши друзья и ближние не представляли бы никакого интереса в нашем повседневном общении. Сияющие глаза, доброжелательная улыбка, скромный румянец, смешанные оттенки белого и красного на человеческом лице и красота женского лица — все это исчезло бы, и мы показались бы друг другу множеством движущихся мраморных статуй, отлитых почти по одной и той же форме. Но что было бы хуже всего из многочисленных задержек, неопределенностей и замешательств, которым мы подверглись бы, если бы нам ежеминутно приходилось различать объекты с помощью цепочек рассуждений и обстоятельств времени, места и относительного положения? Художник, приступающий утром к работе, имея вокруг себя сотню инструментов почти одинакового размера и формы, потратил бы значительную часть своего времени, прежде чем смог бы выбрать те, которые соответствуют его цели, или объекты, к которым они должны были быть применены; и во всех слоях общества и во всех наших экскурсиях из одного места в другое возникали бы подобные трудности и замешательства. Таким образом, половина нашего времени, должно быть, была потрачена на неопределенные догадки и запутанные рассуждения относительно реальной природы и индивидуальности объектов, а не на регулярный ход мыслей и занятий; и после всех наших затруднений и догадок мы, должно быть, оставались в крайней неуверенности относительно тысяч сцен и объектов, которые теперь очевидны для нас благодаря использованию цветов, как только мы открываем глаза.

Короче говоря, без красок у нас не было бы ни книг, ни письменности: мы не могли бы ни переписываться с нашими друзьями по письмам, ни знать что-либо с уверенностью о событиях, происходивших в прежние эпохи. Никакое письменное откровение о воле Божьей и его характере, каким мы наслаждаемся сейчас, не могло быть передано нам из отдаленных периодов и поколений. Открытия науки и усовершенствования искусства остались бы

незарегистрированными. Всеобщее невежество царило бы во всем мире, а человеческий разум оставался бы в состоянии деморализации и унижения. Все эти и многие другие неудобства и зло неизбежно последовали бы, если бы Бог не окрасил лучи света множеством цветов, И отсюда мы можем узнать, что наиболее важные сцены и события во вселенной могут зависеть от существования единого принципа в природе и даже от мельчайших обстоятельств в устройстве материального мира, которые мы, возможно, склонны упускать из виду.

При существующем положении вещей в видимом творении мы не можем не восхищаться Мудростью и Милосердием Божества, позволяющего нам различать объекты таким простым и оперативным способом, как *использование цвета*, который в одно мгновение различает каждый объект и несколько его взаимосвязей. Мы встаем утром, чтобы заняться своими делами, и наша еда, наше питье, наши инструменты, наши книги и все, что необходимо для нашего комфорта, сразу же становятся различимыми. Без малейших колебаний или неуверенности, без какого-либо сложного процесса рассуждений мы можем взять в свои руки любые предметы, которые нам потребуются. Цвет придает каждому предмету свой особый оттенок и безошибочно направляет руку в ее движениях, а глаз - в осмотре и созерцании. Но это не единственная цель, которую имело в виду Божественное Существо, придавая лучам света разнообразие цветов. Очевидно, что он также намеревался служить нашим *удовольствиям*, а также нашим желаниям. Для каждого человека со вкусом и почти для каждого человеческого существа сочетание красок в цветах, нежные оттенки, которыми они окрашены, разнообразные оттенки зеленого, которыми украшены холмы и долины, горы и долинки; и то прекрасное разнообразие, которое проявляется в яркий летний день на всех объектах этого низшего творения, — являются источниками чистейшего наслаждения. Кроме величины, именно цвет придает *возвышенности* объектам. Если бы небесный покров был одного однородного оттенка, он не смог бы вызвать тех возвышенных представлений и тех восхитительных и захватывающих эмоций, которые призвано вызывать созерцание его величественных пейзажей. Цвета также имеют большое значение в общении с обществом в целом. Они служат как для украшения, так и для обозначения различных рангов и состояний общества: они придают красоту и изящество нашей мебели и одежде. С первого взгляда они позволяют нам сразу отличить благородного от неблагородного, принца от его подданных, господина от его слуги, вдову, одетую в соболиные шубки, от невесты, украшенной своими свадебными украшениями.

Таким образом, поскольку цвета имеют такую большую ценность, их можно считать одним из самых благородных природных даров Создателя. Поскольку они оказывают такую важную услугу жителям нашего земного шара, не может быть никаких сомнений в том, что они служат аналогичным целям во всех мирах Вселенной. Цвета, отображаемые в солнечных лучах, являются общими для всех глобусов, составляющих планетарную систему, и обязательно должны отражаться во всех своих разнообразных оттенках от объектов на их поверхностях. Свет, исходящий от неподвижных звезд, демонстрирует такое же разнообразие цветов. Обнаружено, что некоторые из двойных звезд излучают свет различных оттенков; — более крупная звезда излучает свет красноватого или оранжевого оттенка, а меньшая - сияние, приближающееся к синему или зеленому. Следовательно, есть основания заключить, что объекты, связанные с планетами, которые вращаются вокруг таких звезд, — время от времени освещаемые солнцами различных оттенков — будут демонстрировать более пестрый и великолепный пейзаж окраски, чем когда-либо видели в мире, в котором мы живем; и что одна из отличительных характеристик различных миров, в отношении их украшения, может заключаться в великолепии и разнообразии цветов, которыми украшены предметы на их

поверхностях. В метафорическом описании великолепия Нового Иерусалима, записанном в Книге Откровение, говорится, что одна из главных характеристик этого города заключается в великолепии и разнообразии оттенков, которыми он украшен. Он представлен как “спускающийся с небес, *подготовленный, как невеста, украшенная для своего мужа*”, и как отражающий все прекрасные и пестрые цвета, которые могут демонстрировать лучшие драгоценные камни на земле; очевидно, указывая на то, что величие и разнообразие окраски являются одними из самых величественных черт небесного пейзажа.

В целом, тема цветов, при серьезном рассмотрении, призвана побудить нас к преклонению перед добротой и разумом этого Всемоущего Существа, чья мудрость спланировала все устройство Вселенной, и внушить нам благодарность за многочисленные удобства и удовольствия, которые мы извлекаем из тех свойств и законов, которые он наложил на материальную систему. Он мог бы дать нам свет, и даже величественное освещение, без тех удовольствий и преимуществ, которые сейчас дают разнообразные цвета, и человек и другие одушевленные существа могли бы существовать в таком состоянии. Но какую совершенно иную картину представлял бы мир по сравнению с тем, что он демонстрирует сейчас! Скольких тысяч удовольствий мы были бы лишены! и каким многочисленным неудобствам и замешательствам мы должны были подвергнуться! Величие и слава небесного свода, а также бесконечные красоты и многообразия, которые сейчас украшают нашу земную систему, были бы навсегда неизвестны, и у человека могло бы быть мало или вообще не быть побуждения изучать творения своего Создателя. В этом, как и во многих других механизмах природы, мы имеем осязаемое доказательство присутствия и действенности того Всемоущего Разума, “в котором мы живем, движемся и существуем”. Никто, кроме бесконечно Мудрого и Благотворного Существа, глубоко присутствующего во всех местах, не мог бы таким образом с такой регулярностью создавать в нас с помощью цвета те изысканные ощущения, которые доставляют столько удовольствия и которые как бы объединяют нас со всем, что нас окружает. В разнообразии оттенков, разбросанных по лику творения, мы имеем такое же реальное проявление Божественного присутствия, каким наслаждался Моисей у неопалимого куста. Единственная разница заключается в том, что одно было вне общего порядка Божественной процедуры, а другое - в соответствии с теми постоянными законами, которые регулируют экономику вселенной. Таким образом, в каждом цвете, который мы созерцаем, мы ощущаем напоминание о присутствии того Существа, “чей Дух украсил небеса и заложил основания земли” и чье “милосердное посещение” поддерживает нас каждое мгновение существования. Но откровение Бога нашим чувствам через различные объекты материального мира стало настолько привычным, что мы склонны забывать об Авторе всех наших удовольствий, даже в тот момент, когда исследуем его дела и пользуемся его благами. “О, если бы люди восхваляли Иегову за его благость и за его чудесные дела по отношению к детям человеческим”.

## ЧАСТЬ II. О ТЕЛЕСКОПАХ.

### ГЛАВА I.

#### *ИСТОРИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ ТЕЛЕСКОПОВ.*

Телескоп - это оптический прибор для наблюдения объектов на расстоянии. Его название составлено из двух греческих слов—τηλε, что означает *на расстоянии* или *далеко*, и σκοπεῖν,

*смотреть* или *созерцать*. С помощью телескопов удаленные объекты представляются так, как если бы они были рядом, увеличиваются небольшие видимые величины, неясные объекты становятся отчетливыми, а невидимые и затемненные части очень отдаленных сцен становятся ощутимыми и четкими для органа зрения. Телескоп по праву считается великим и благородным инструментом. Неудивительно, что во власти человека изобрести и сконструировать инструмент, с помощью которого объекты, слишком удаленные для различения невооруженным глазом, должны попадать в зону отчетливого зрения, как если бы они находились всего в нескольких ярдах от наших глаз, и что тысячи величественных объектов на небесах, которые были скрыты от смертных на протяжении многих веков, должны попадать в пределы нашего созерцания и восприниматься так отчетливо, как если бы мы перенеслись на многие миллионы миль из пространства, которое мы занимаем, через небесные области. Знаменитый Гюйгенс замечает по поводу этого инструмента, что, по его мнению, "ум и трудолюбие человека не произвели ничего столь благородного и достойного его способностей, как такого рода знания; (а именно телескопа) настолько, что если бы какой—нибудь конкретный человек был настолько прилежен и проницателен, чтобы изобрести этот инструмент на основе принципов природы и геометрии, - что касается меня, я бы подумал, что его способности превышают человеческие; но дело настолько далеко от этого, что самые ученые люди еще не смогли в достаточной степени объяснить причину эффектов телескопа". Это случайное изобретение".

Люди, сконструировавшие первые телескопы, и точный период, когда они были впервые изобретены, до некоторой степени неизвестны. Не похоже, чтобы такие инструменты были известны древним, хотя нам не следует быть совершенно решительными в этом вопросе. В шкафчиках для любопытных хранятся некоторые очень древние драгоценные камни замечательной работы, рисунки на которых настолько малы, что кажутся красивыми через увеличительное стекло, но совершенно запутаны и неразличимы невооруженным глазом: и, следовательно, можно спросить, если их нельзя *рассмотреть*, то как их можно было *изготовить* без помощи очков? И поскольку некоторые из древних заявляли, что Луна имеет форму, подобную форме Земли, и на ней есть равнины, холмы и долины, — как они могли знать это, разве что путем простого предположения, без использования телескопа? И как они могли знать, что *Млечный Путь* образован объединенными лучами бесконечного числа звезд? По словам Овидия, говоря об этой зоне, 'ее основой являются звезды'. Но какими бы знаниями древние ни обладали о телескопе или других оптических очках, совершенно очевидно, что у них никогда не было телескопов такого размера и мощности, как те, которыми мы сейчас обладаем; и что никакие небесные открытия, подобные тем, которые стали известны сейчас, не были сделаны кем-либо из древних астрономов; в противном случае какие-либо упоминания о них должны были быть найдены в их трудах.

Среди современных людей знаменитый монах Бэкон, по-видимому, усвоил несколько грубых идей относительно конструкции телескопов. "Линзы и зеркала, - говорит он, - могут быть сконструированы таким образом, что один объект может быть умножен на множество, что те, которые расположены на большом расстоянии, могут казаться очень близкими, что те, которые малы, могут казаться очень большими, а те, которые затемнены, - очень четкими; и мы можем заставить звезды появляться там, где мы пожелаем". Из этих высказываний представляется весьма вероятным, что этот философ был знаком с общим принципом работы как телескопов, так и микроскопов, и что он, возможно, сконструировал телескопы с небольшим увеличением для своих собственных наблюдений и развлечения, хотя они так и не вошли в широкое



употребление. Он был человеком обширной образованности и так быстро продвинулся в науках, когда учился в Парижском университете, что считался гордостью этого учебного заведения. Он с неослабевающим рвением занимался своим любимым изучением экспериментальной философии; и в этом занятии в течение двадцати лет он потратил не менее 2000 фунтов стерлингов на эксперименты, инструменты и на приобретение дефицитных книг. Вследствие таких экстраординарных талантов и такого поразительного прогресса в науках в тот невежественный век его представляли, из зависти к его неграмотному братству, как имеющего дело с дьяволом; и под этим предлогом ему запретили читать лекции, и, наконец, в 1278 году, когда ему было шестьдесят четыре года, он был заключен в свою камеру, где оставался в заключении десять лет. Он сиял, как единственная яркая звезда в темном полушарии, — слава нашей страны, — и умер в Оксфорде в 1294 году, на восьмидесятом году своей жизни. 'Брат Бэкон,' говорит преподобный мистер Джонс, 'может считаться первым из английских философов; его глубокие познания в механике, оптике, астрономии и химии составили бы почетную фигуру в наш век. Но он имеет право на дальнейшую похвалу, поскольку он подчинил все свои исследования богословию и направил все свои труды, насколько это было возможно, во славу Божию. Он с величайшим уважением относился к священному Писанию и был убежден, что в нем содержатся принципы всей истинной науки'.

Следующим человеком, который, как предполагается, приобрел знания о телескопах, был Джоанн Баптиста Порто из Неаполя, процветавший в шестнадцатом веке. Он открыл *камеру*— *обскуру*, знание которой, естественно, могло бы привести к изобретению телескопа; но не похоже, чтобы он когда-либо сконструировал такой инструмент. Де Карт считает Джеймса Метиуса, голландца, первым конструктором телескопа и говорит, что 'когда он забавлялся изготовлением зеркал и биноклей, он случайно подумал о том, чтобы смотреть в две свои линзы одновременно, и обнаружил, что удаленные объекты кажутся очень большими и отчетливыми'. Другие говорят, что это великое открытие было впервые сделано Джоном Липперсхаймом, изготовителем очков в Миддлбурге, или, скорее, его детьми, которые развлекались тем, что смотрели в два стекла одновременно и располагали их на разном расстоянии друг от друга. Но Борелл, написавший книгу 'Об изобретении телескопа', отдает эту честь Захарии Янсону, другому производителю зрелищ из того же города, который, по его словам, изготовил первый телескоп в 1590 году. Янсен был прилежным исследователем природы, и, будучи занят таким занятием, он пытался найти применение линзам для этих целей, когда, к счастью, наткнулся на конструкцию. Найдя такое расположение стекол, которое производило желаемый эффект, он заключил их в трубочку и побежал со своим инструментом к принцу Морису, который, сразу же сообразив, что это может пригодиться ему в его войнах, пожелал, чтобы автор держал это в секрете. Таковы грубые концепции и эгоистичные взгляды знатных *воинов*, которые готовы применить все, что в их силах, для уничтожения человечества. Но вскоре телескопу было суждено достичь более благородных целей. Говорят, Янсен направил свой инструмент на небесные объекты и отчетливо увидел пятна на поверхности Луны, а также обнаружил много новых звезд, особенно семь довольно значительных в созвездии Большой Медведицы. Говорят, что его сын Джоаннес заметил светлый круг возле нижней части Луны, которая теперь называется *Тихо*, откуда, кажется, в разных направлениях расходятся несколько ярких лучей. Наблюдая за Юпитером, он замечал две, иногда три, самое большее четыре маленькие звезды, расположенные немного выше или ниже его, и думал, что они совершают вращения вокруг него. Вероятно, это было первое наблюдение спутников Юпитера, хотя человек, сделавший это, не осознавал важности своего открытия. [17](#)

Не исключено, что разные люди в Миддлбурге по-разному додумались до этого изобретения примерно в одно и то же время. Липперсхайм, по-видимому, изготовил свой первый грубый телескоп, установив два стекла на доске и закрепив их на латунных кружочках.<sup>18</sup> Другие рабочие, особенно Метиус и Янсен, подражая друг другу, похоже, воспользовались этим открытием и, придав ему новую форму, сделали всю честь ему своей. Один из них, считая воздействие света вредным для четкости изображения, поместил очки в трубку, почерневшую изнутри. Другой, еще более осторожный, поместил те же стекла в трубки, способные вставляться одно в другое, как для изменения перспективы, так и для удлинения прибора в соответствии с удовольствием наблюдателя, а также для того, чтобы сделать его портативным и удобным. Таким образом, вполне вероятно, что разные люди участвовали в изобретении и совместно внесли свой вклад в его усовершенствование. В любом случае, оригинальным изобретением мы, несомненно, обязаны голландцам. Первый телескоп, изготовленный Янсеном, не превышал пятнадцати-шестнадцати дюймов в длину, и поэтому его увеличительная сила не могла быть очень большой.

Часто предполагалось, что изобретателем телескопа был знаменитый Галилей, но он признает, что не имел чести быть первым изобретателем, поскольку впервые узнал от немца, что такой прибор уже был изготовлен; хотя, по его собственному рассказу, похоже, что он действительно заново изобрел этот инструмент. Ниже приводится рассказ, по его собственным словам, об обстоятельствах, которые побудили его сконструировать телескоп. 'Почти десять месяцев назад (а именно в апреле или мае 1609 года) было сообщено, что некий голландец создал перспективу, в которой многие удаленные объекты казались отчетливыми, как если бы они были вблизи: сообщалось о нескольких эффектах этого чудесного инструмента, которым одни верили, а другие отрицали: но, получив подтверждение через несколько дней из Парижа от благородного Джона Бадовери, я занялся рассмотрением причины этого и того, какими средствами я мог бы изобрести подобный инструмент, которого я впоследствии достиг с помощью доктрины преломлений. И, во-первых, я приготовил свинцовую трубку, к концам которой прикрепил два очковых стекла, оба с одной стороны простые, а с другой стороны одно из них было сферически выпуклым, а другое вогнутым. Затем, приложив глаз к вогнутости, я увидел, что объекты кажутся довольно большими и довольно близко от меня. Они казались в три раза ближе и в девять раз больше по поверхности, чем невооруженному глазу; и вскоре после этого я изготовил еще один, который изображал предметы примерно в шестьдесят раз больше и в восемь раз ближе; и, наконец, не жалея ни труда, ни затрат, я создал инструмент настолько превосходный, что мог показывать предметы почти в тысячу раз больше и более чем в тридцать раз ближе, чем невооруженным глазом.' В другой части своих трудов Галилей сообщает нам, что "он был в Венеции, когда услышал об инструменте принца Мориса, но ничего не знал о его конструкции; что в первую ночь после возвращения в Падую он решил проблему и на следующий день изготовил свой инструмент; и вскоре после этого подарил его венецианскому дожу, который, оказывая ему честь за его великое изобретение, вручил ему герцогские грамоты, которые позволили ему пожизненно читать лекции в Падуде; и Республика двадцать пятого августа того же (1610 г.) более чем утроил свою профессорскую зарплату.

Ниже приводится отчет этого философа о процессе рассуждений, который привел его к постройке телескопа: 'Я рассуждал следующим образом. Приспособление состоит либо из одного стакана, либо из нескольких — одного недостаточно, поскольку оно должно быть либо выпуклым, либо вогнутым, либо плоским; последнее не приводит к каким-либо ощутимым изменениям объектов, вогнутое уменьшает их; верно, что выпуклое увеличивает, но оно делает

их спутанными и нечеткими; следовательно, одного стакана недостаточно для достижения желаемого эффекта. Продолжая рассматривать два стекла и принимая во внимание, что плоское стекло не вызывает никаких изменений, я определил, что инструмент не может состоять из комбинации плоского стекла с любым из двух других. Поэтому я занялся экспериментами с комбинациями двух других видов и таким образом получил то, что искал.' Если истинный изобретатель - это человек, который делает открытие путем рассуждений и размышлений, прослеживая факты и принципы до их последствий и применяя свое изобретение для важных целей, то Галилея можно считать настоящим изобретателем телескопа. Как только он сконструировал этот инструмент — еще до того, как увидел что-либо подобное, — он направил свою трубу в небесные области, и его неутомимое усердие и пыл вскоре были вознаграждены серией новых и великолепных открытий. Он описал четыре спутника Юпитера и отметил периоды их обращения; он открыл фазы Венеры и, таким образом, получил возможность привести новое доказательство системы Коперника и устранить возражения, которые были выдвинуты против нее. Он проследил на лунном шаре сходство со строением земли и ясно различил очертания гор и долин, отбрасывающих тени на разные участки ее поверхности. Он заметил, что когда Марс находился в квадратуре, его фигура слегка отличалась от идеальной окружности; и что Сатурн состоял из тройного тела, имеющего по маленькому шару с каждой стороны — этот обман был вызван несовершенной мощностью его телескопа, которой было недостаточно, чтобы показать ему, что это явление на самом деле было кольцом. Наблюдая за солнцем, он обнаружил большие темные пятна на поверхности этого светила, по которым установил, что это могучее светило совершало оборот вокруг своей оси. Он позволил увидеть множество звезд, незаметных невооруженным глазом, и установил, что те туманные явления в небесах, которые составляют Млечный Путь, состоят из огромного скопления мельчайших звезд, слишком плотно прижатых друг к другу, чтобы произвести впечатление на наше зрение без посторонней помощи.

Результаты наблюдений Галилея были представлены миру в небольшом труде, озаглавленном "*Нунций Сидерей*", или "Вести из звездных областей", который произвел необычайную сенсацию среди ученых. Эти открытия вскоре распространились по всей Европе, о них непрестанно говорили, и они стали причиной многочисленных спекуляций и споров в кругах философов. Многие сомневались; многие положительно отказывались верить столь новым и неожиданным заявлениям, потому что они противоречили философии Аристотеля и всем предвзятым представлениям, которые тогда преобладали в ученом мире. Любопытно и может быть поучительно рассмотреть, до какой степени абсурда, невежества и предрассудков довели многих из тех, кто претендовал на ученость и науку. Одни пытались опровергнуть факты, которые якобы были обнаружены, другие довольствовались и пытались убедить других простым *утверждением*, что таких вещей не было и быть не могло; и способ, которым они поддерживали себя в своем недоверии, был поистине смехотворным. 'О мой дорогой Кеплер, ' говорит Галилей в письме этому астроному, - как бы я хотел, чтобы мы могли от души посмеяться вместе. Здесь, в Падуе, находится главный профессор философии, которого я неоднократно и настоятельно просил посмотреть на Луну и планеты в мой бинокль, что *он упорно отказывается делать*, опасаясь, что его мнение будет опровергнуто. Почему тебя здесь нет? сколько смеха было бы у нас над этим восхитительным безумием! и послушать, как профессор философии в Пизе трудится вместе с великим герцогом над логическими доводами, словно над магическими заклинаниями, чтобы очаровать новые планеты с неба.' Другой оппонент Галилея, некто Кристманн, говорит в опубликованной им книге: "Мы не должны думать, что у Юпитера есть

четыре спутника, данные ему природой для того, чтобы, вращаясь вокруг него, увековечить Медичи, которые первыми обратили внимание на это наблюдение. Это *мечты праздных людей*, которые больше любят нелепые идеи, чем наше кропотливое исправление небес. Природа питает отвращение к столь ужасному хаосу, а для истинно мудрого подобная суесть отвратительна.' Некий Мартин Хорки, будущий философ, заявил Кеплеру: "Я никогда не уступлю его четыре новые планеты тому итальянцу из Падуи, *хотя бы я умер за это*"; и он развил это заявление, опубликовав книгу против Галилея, в которой он рассматривает четыре основных вопроса, касающихся предполагаемых планет: 1. Существуют ли они? 2. Что это такое? 3. На что они похожи? 4. Почему они такие? На первый вопрос он вскоре отвечает положительным заявлением, что он исследовал небеса в собственную подзорную трубу Галилея и что такой вещи, как спутник Юпитера, не существует. Второму он торжественно заявляет, что не знает более достоверно, что в его теле есть душа, чем то, что отраженные лучи являются единственной причиной ошибочных наблюдений Галилея. Что касается третьего вопроса, он говорит, что эти планеты подобны мельчайшей мухе по сравнению со слоном; и, наконец, делает вывод по четвертому вопросу, что единственное их применение - удовлетворить 'жажду золота' Галилея и стать предметом обсуждения для него самого. Кеплер в письме Галилею, ссылаясь на Хорки, говорит: "Он так усердно умолял о прощении, что я снова завоевал его расположение при одном предварительном условии — я должен показать ему спутники Юпитера, И ОН ДОЛЖЕН УВИДЕТЬ ИХ и признать, что они там есть".

Ниже приводится пример рассуждений некоторых мнимых философов того времени против открытий Галилея. Сицци, флорентийский астроном, рассуждает в этом духе: 'В жилище головы у животных есть семь окон, через которые воздух поступает в остальную часть тела, чтобы освещать, согревать и питать его; две ноздри, два глаза, два уха и рот; так что на небесах, или в большом мире, есть две благоприятные звезды, две неблагоприятные, два светила, и только Меркурий нерешителен и безразличен. Из этого и многих других подобных явлений в природе, таких как семь металлов и т. Д., Мы заключаем, что число планет *обязательно равно семи*. Более того, спутники невидимы невооруженным глазом и, следовательно, не могут оказывать никакого влияния на землю, а следовательно, были бы бесполезны, *и, следовательно, не существуют*. Кроме того, евреи, как и другие древние народы, переняли деление недели на семь дней и назвали их по семи планетам. Теперь, если мы увеличим количество планет, вся эта система рухнет на землю.' Мнения, которые тогда преобладали в отношении наблюдений Галилея на Луне, были таковы: — Некоторые думали, что темные оттенки на поверхности Луны возникли из-за расположения непрозрачных тел, плавающих между ней и солнцем, которые препятствуют тому, чтобы его свет достигал этих частей; другие воображали, что из-за ее близости к земле она была частично испорчена несовершенствами нашей земной и элементарной природы и не состояла из того совершенно чистого и утонченного вещества, из которого состоят более отдаленные небеса; а третья сторона смотрела на нее как на огромное зеркало и утверждала, что темные части ее на поверхности были отражены изображения наших земных лесов и гор.

Такая ученая чушь позорит наш вид и рациональные способности, которыми наделен человек, и самым нелепым образом демонстрирует слабоумие и предрассудки тех, кто смело претендовал на эрудицию и философию. Однако изложение таких фактов, может быть поучительным, если они имеют тенденцию ограждать нас от тех предрассудков и предвзятых мнений, которые препятствуют уму сердечно воспринимать истину и допускать улучшения в обществе, идущие вразрез с давно установившимися обычаями. Ибо те же принципы и предрассудки, хотя и в

другой форме, все еще действуют в обществе и тормозят улучшение социального состояния, продвижение науки и прогресс христианства. Как нелепо для человека, называющего себя философом, бояться смотреть через стекло на существующий объект на небесах, чтобы это не поставило под угрозу его прежние мнения! И как глупо сопротивляться любому улучшению или реформированию в обществе, потому что это не совсем соответствует существующим мнениям и "мудрости наших предков".

Неудивительно, что Галилей первым додумался до конструкции телескопа, носящего его имя, который был выполнен с *вогнутым* стеклом рядом с глазом. Теоретически понять такую конструкцию телескопа сложнее, чем телескопа, состоящего исключительно из выпуклых стекол; и его поле зрения сравнительно очень мало, так что при попытке изготовить телескоп большой длины он практически бесполезен. В наши дни мы не можем не удивляться тому, что Галилей и другие астрономы сделали такие открытия с помощью такого инструмента, использование которого, должно быть, требовало большой степени терпения и сноровки. Лучший телескоп Галилея, который он сконструировал 'с большим трудом и затратами', увеличивал диаметры объектов всего в тридцать три раза; но его длина не указана, что зависит от фокусного расстояния вогнутого стекла. Если бы глазное стекло имело фокус в два дюйма, длина прибора составляла бы пять футов четыре дюйма; если бы оно было всего в один дюйм, длина составляла бы два фута восемь дюймов, что является наименьшим, что мы можем ему позволить, — предметное стекло имеет фокус в тридцать три дюйма, и глазное стекло помещается на дюйм в пределах этого фокуса. С помощью этого телескопа Галилей обнаружил спутники Юпитера, полумесяц Венеры и другие небесные объекты, о которых мы уже упоминали. Предполагается, что телескопы, сделанные в Голландии, были сконструированы исключительно из *выпуклых* стекол по принципу астрономического телескопа; и если это так, то телескоп Галилея на самом деле был новым изобретением.

Появились и другие претенденты на изобретение телескопа, помимо уже упомянутых. Фрэнсис фонтана, в его астрономических наблюдениях, говорит, что его заверили Мистера Харди, адвокат парламента Парижа, человек большой учености и несомненную честность, что о смерти отца, был найден среди его вещей, старой трубки, с помощью которой удаленные предметы были отчетливо видны, и что она была задолго до телескопа изобрели в последнее время, и держали его в секрете. Г-н Леонард Диггз, джентльмен, который жил недалеко от Бристоля, в семнадцатом веке, и был наделен большой и различных знаний, положительно утверждает в своем '*Stratoticos*, и в другом произведении, что его отец, военный джентльмен, должен был инструмент, который он использовал в полевых условиях, на которых он мог приблизить даже самые отдаленные объекты рядом, и может узнать человека на расстоянии трех миль. Г-н Томас Диггз, в предисловии к своему '*Pantometria*,' опубликованном в 1591 году, заявляет: "мой отец, по его постоянные болезненные практики, оказывает помощь демонстрации математических, смог, и многократно пред ними пропорционально очки, должным образом расположить в удобном сторон, а не только найденные вещи за горами, читать письма, пронумерованные куски деньги, с самого монеты и надпись одного, поданных некоторые из его друзей назначения, после падения в открытые поля, но и, в семи милях от, заявил, что уже сделано, что немедленный, в частных местах. Он также несколько раз при свете солнца стрелял порохом и разряжал снаряды на расстоянии полумили и больше, и во многих других случаях, гораздо более странных и редких, свидетелями которых все еще являются живые дайверы".

Отнюдь не маловероятно, что люди, привыкшие к отражению и проникнутые определенной степенью любопытства, когда обращаются с очковыми стеклами и забавляются их увеличительной способностью и другими свойствами, могут иногда наткнуться на конструкцию телескопа; поскольку для этого требуется всего лишь держать две линзы с разными фокусными расстояниями на определенном расстоянии друг от друга, чтобы видеть удаленные объекты в увеличенном виде. Более того, даже одной линзы с большим фокусным расстоянием достаточно, чтобы создать телескоп с умеренной увеличительной силой, как я покажу в дальнейшем. Но такие инструменты, когда они были сконструированы случайно, по-видимому, хранились в секрете и ограничивались кабинетами для любопытных, так что они никогда не вошли в широкое употребление; и поскольку их увеличительная сила, вероятно, была бы сравнительно невелика, вид небесных тел не был бы сильно увеличен такими инструментами — и маловероятно, что они часто были бы направлены на небеса. Таким образом, в целом мы можем заключить, что период, когда инструменты, подобные этому описанию, вошли в широкое употребление и были применены для полезных целей, был временем, когда Галилей сконструировал свои первые телескопы.

## ГЛАВА II.

### КАМЕРЫ-ОБСКУРЫ.

Прежде чем перейти к конкретному описанию различных типов телескопов, я сначала дам краткое описание Камеры-обскуры, поскольку явления, демонстрируемые этим прибором, как правило, иллюстрируют принцип работы телескопа-преломителя.

Термин *Камера-обскура* буквально означает затемненный свод или крышу; и отсюда он стал обозначать камеру, или ящик, или любое другое место, сделанное затемненным с целью оптических экспериментов. Камера-обскура, хотя и простая, все же является очень любопытным и благородным приспособлением; поскольку она естественно и ясно объясняет способ, которым осуществляется видение, и принцип работы телескопа, и развлекает зрителя изысканнейшей картиной окружающих объектов, нарисованной в самых точных пропорциях и цветах рукой природы. Способ экспонирования изображений предметов в темной комнате следующий: — В одной из ставен окна комнаты, откуда открывается хороший обзор на объекты, находящиеся не очень далеко, следует вырезать круглое отверстие диаметром четыре или пять дюймов. В это отверстие следует поместить инструмент, называемый *оптическим шаром*, который состоит из трех частей: оправы, шара и линзы. В шаре посередине прорезано круглое отверстие, в котором закреплена линза, и ее назначение заключается в том, чтобы поворачивать ее во все стороны, чтобы видеть объекты со всех сторон. Камера должна быть абсолютно затемнена; а белый экран или большой лист слоновой бумаги следует поместить напротив объектива и в его фокусе, чтобы получать изображение. Если затем внешние объекты будут сильно освещены солнцем, то на белом экране появится прекрасная живая картина сцены, где каждый объект виден в своих пропорциях, а его цвета еще ярче, чем в жизни; зеленые объекты на снимке кажутся более насыщенно-зелеными, а желтые, синие, красные или белые цветы на снимке кажутся гораздо красивее, чем в природе; если объектив хороший, а в комнате совершенно темно, перспектива видна в совершенстве. Свет и тени не только совершенно точны, но и значительно усилены; и что характерно для этого очертания и чего не может показать никакая другая картина — *движения* всех объектов точно выражены на картине; ветви деревьев колышутся, листья дрожат, дым поднимается колышущейся формой, люди ходят, дети в своих спортивных играх прыгают и бегают, лошади и повозки движутся вперед,

корабли плывут, облака парят и меняют свои очертания, и все это так же естественно, как и у реальных объектов; движения несколько быстрее. , поскольку они исполняются в более сжатой сцене.

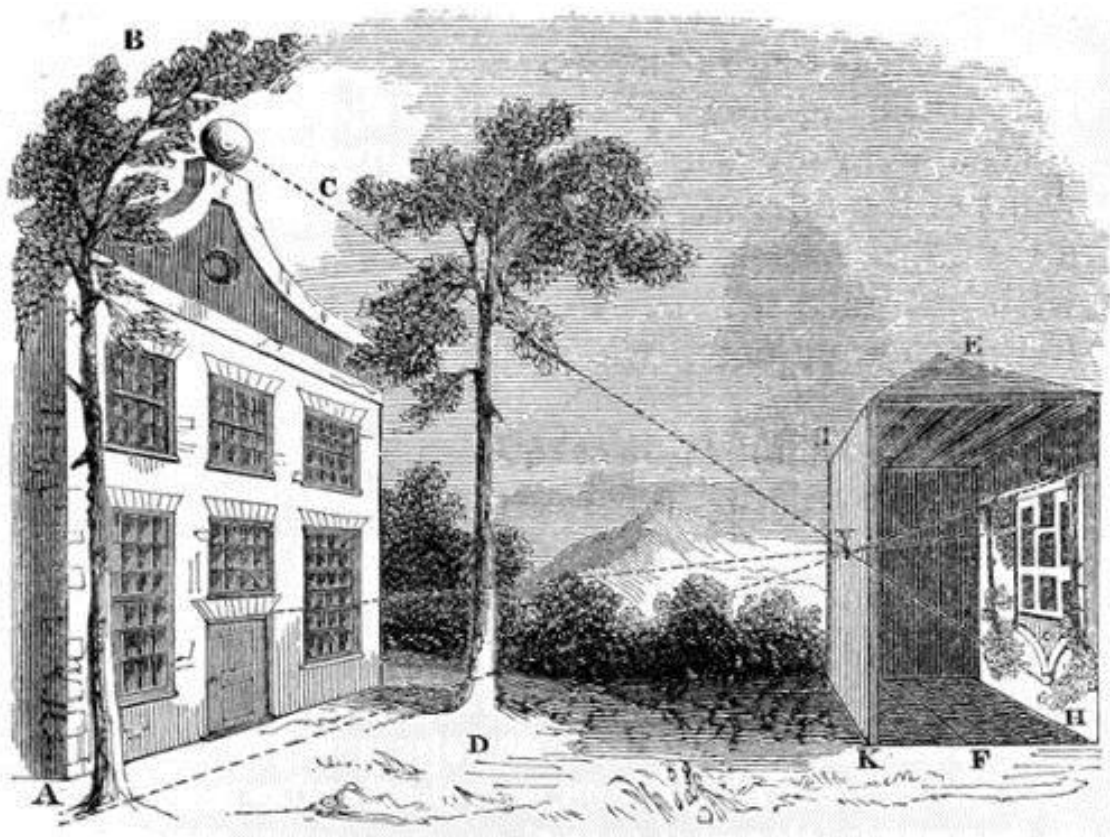
Этонеподражаемые совершенства картины, нарисованные лучами света, как единственным карандашом в руке природы, и которые завершаются в одно мгновение; ибо не проходит никакого разумного промежутка времени, прежде чем картина будет закончена, когда почва, на которой она написана, подготовлена и отрегулирована. По сравнению с такой картиной лучшие работы самых знаменитых художников, пропорции Рафаэля, естественные оттенки и колорит Тициана и затенение венецианцев - всего лишь грубая и жалкая мазня, конкурирующая с тем, что природа может показать с помощью лучей света, проходящих через единственную линзу. Камера-обскура - это одновременно помощник художника и укор художника. Из картины, которую она формирует, он получает наилучшие инструкции и ему показывают, к чему он должен стремиться; и, следовательно, он также узнает о несовершенстве своего искусства и о том, чему он не может подражать. В доказательство этого картину, созданную в темной камере, можно будет значительно увеличить, не искажая ее красоты и не нарушая тонкости деталей; но самый прекрасный нарисованный пейзаж, если смотреть на него через большую лупу, будет выглядеть только как грубая мазня.

Следующая схема проиллюстрирует то, что сейчас было сказано относительно темной камеры. EF представляет собой затемненную комнату, в боковой части которой, IK, проделано круглое отверстие V, в котором с внутренней стороны закреплен оптический шар. На некотором значительном расстоянии от этого отверстия показан пейзаж с домами, деревьями и другими объектами ABCD, которые находятся напротив окна. Лучи, исходящие от различных объектов, составляющих этот пейзаж, к линзе в точке V и проходящие через нее, сходятся в соответствующих фокусах на противоположной стенке камеры HG или на белом подвижном экране, помещенном в фокусе линзы, где все они объединяются, создавая живую и красивую картину ряда объектов прямо напротив и с каждой стороны, насколько может охватить линза.

Хотя я и сказал, что в вышеупомянутом эксперименте целесообразно использовать сцинтиллярный шарик с гнездом, все же, если такого инструмента нет под рукой, линзу можно поместить в короткую трубку, сделанную из картона или любого другого материала, и закрепить в отверстии, проделанном в оконной ставне. Единственным недостатком этого метода является то, что объектив может отображать только те объекты, которые находятся прямо напротив окна.

*рисунок 37.*





Некоторые могут быть склонны считать недостатком этой картины то, что все объекты появляются в *перевернутом* положении; как это обязательно должно быть, согласно тому, что мы ранее заявляли относительно свойств выпуклых линз (стр. 72). Существуют, однако, различные режимы просмотра изображения в вертикальном положении. Ибо, если мы встанем перед картиной и прижмем к груди обычное зеркало под острым углом к картине и посмотрим на него сверху вниз, мы увидим все изображения предметов, как будто восстановленные в их вертикальном положении; и благодаря отражению зеркала картина приобретет такой блеск, что сделает ее еще более восхитительной. Или, если поместить большое вогнутое зеркало перед картиной на таком расстоянии, чтобы его изображение могло появиться перед зеркалом, оно тогда будет казаться выпрямленным и подвешенным в воздухе перед зеркалом. Или, если изображение получено в бумажной рамке, мы можем встать за рамкой лицом к окну и смотреть вниз на предметы, когда они будут казаться стоящими вертикально.

Эксперимент с камерой-обскурой может послужить объяснением и иллюстрацией природы обычного телескопа-преломителя. Предположим, что линза в оконной шторке представляет собой предметное стекло телескопа-рефрактора. Это стекло формирует в своем фокусе изображение, которое во всех отношениях является точным изображением или репрезентацией находящихся перед ним объектов; и, следовательно, в уме формируется одно и то же представление о природе, форме, величине и цвете объекта - независимо от того, рассматривает ли глаз, находящийся в центре стекла, сам объект или изображение, сформированное в его фокусе. Ибо, как указывалось ранее, глаз, расположенный в центре линзы, видит объект и его изображение под одинаковыми углами. Без такого изображения, которое формируется в камере—обскуре — изображенной либо в трубе телескопа, либо в самом глазу, - никакой телескоп не мог бы быть сформирован. Если мы теперь предположим, что за



изображением, сформированным в темной камере, мы применяем выпуклую линзу с коротким фокусным расстоянием для просмотра этого изображения, то изображение будет видно отчетливо, точно так же, как мы рассматриваем обычные объекты, такие как лист или цветок, с помощью увеличительного стекла; следовательно, сам объект будет виден отчетливо и увеличенным. И, поскольку одно и то же изображение находится ближе к одному объективу, чем к другому, оно будет иметь больший угол у ближайшего объектива и, конечно, будет казаться больше, чем через другой, и, следовательно, объект будет виден пропорционально увеличенным. Например, предположим, что объектив камеры-обскуры или объективный объектив телескопа находится на фокусном расстоянии пяти футов, или шестидесяти дюймов, на этом расстоянии от стекла будет формироваться изображение удаленных объектов напротив него. Если теперь мы поместим маленькую линзу на фокусном расстоянии в два дюйма от этой точки или на расстоянии пяти футов двух дюймов от предметного стекла, объекты при взгляде через маленькую линзу будут казаться значительно увеличенными и, по-видимому, намного ближе, чем невооруженным глазом. Степень увеличительной способности пропорциональна фокусным расстояниям двух стекол; то есть, в данном случае, в пропорции двух дюймов, в фокусе маленькой линзы, к шестидесяти дюймам, в фокусе линзы объекта. Разделите шестьдесят на два, и получится тридцать, что дает увеличительную силу такого телескопа, то есть он показывает объекты в тридцать раз ближе или под углом, в тридцать раз большим, чем виден невооруженным глазом. Если бы глазное стекло имело фокус не в два дюйма, а всего в полтора дюйма, увеличительная сила была бы в пропорции полтора к шестидесяти или сорок раз. Если бы глазное стекло имело фокус в три дюйма, увеличительная сила была бы двадцатикратной; и так далее, в отношении других пропорций. Во всех случаях, когда телескоп состоит только из двух выпуклых линз, увеличительная сила определяется *путем деления фокусного расстояния объектива на фокусное расстояние моногля*, а частное выражает количество раз, во сколько увеличен объект в длину и ширину. Это и различные другие подробности будут более полно проиллюстрированы в дальнейшем.

При проведении экспериментов с камерой -обскурой в затемненной камере необходимо учитывать следующие особенности:-1. Линза должна иметь хорошую форму и не иметь никаких прожилок или пятен, которые могут исказить изображение. 2. Чтобы он был помещен *непосредственно против* объекта, изображение которого мы хотим видеть четко очерченным. 3. Объектив должен быть подходящего размера как по ширине, так и по фокусному расстоянию. Фокусное расстояние не должно быть меньше трех-четырех футов, иначе изображение будет слишком маленьким, а части объектов слишком мелкими, чтобы их можно было отчетливо разглядеть; оно также не должно превышать пятнадцати-восемнадцати футов, так как в этом случае изображение будет блеклым и, конечно, не таким приятным. Наилучшее среднее фокусное расстояние - от пяти до восьми или десяти футов. Отверстие также или ширина стекла не должны быть слишком маленькими, иначе изображение будет нечетким, а мельчайшие его части невидимыми из-за отсутствия достаточного количества света. Например, объективу с фокусным расстоянием шесть футов потребуется диафрагма не менее двух дюймов. Объективам с меньшим фокусным расстоянием требуется меньшая диафрагма, а объективам с большим фокусным расстоянием - большая. Но если диафрагма будет слишком большой, изображение будет нечетким из-за попадания слишком большого количества света. 4. Мы никогда не должны пытаться демонстрировать изображения объектов, за исключением случаев, когда светит солнце и сильно освещает объекты, за исключением случаев, когда объекты находятся очень близко, при хорошем освещении. Поскольку одна из величайших красот феномена темной

комнаты заключается в изысканном внешнем виде и контрасте света и теней, ничто подобного рода не может быть воспринято иначе, как от объектов, непосредственно освещенных солнцем. 5. Южное окно никогда не следует использовать до полудня, так как тогда солнце не сможет осветить северную сторону объекта; и, кроме того, его лучи будут склонны попадать на линзу, из-за чего изображение будет выглядеть нечетким. Восточное окно лучше всего использовать днем, а западное - утром; но в большинстве случаев предпочтительнее северное окно, особенно в первой половине дня, когда солнце светит с наибольшей силой и великолепием. Как правило, следует использовать то окно, которое выходит в сторону, противоположную той, в которую светит солнце.

Рисунок должен быть нанесен на очень белую поверхность, в виде тончайшей и белоснежнейшей бумаги или раскрашенной ткани, окаймленной черным; поскольку белые тела лучше всего отражают падающие лучи, в то время как черные поверхности поглощают их. Если бы экран можно было согнуть в вогнутый сегмент сферы, радиусом которой является фокусное расстояние используемой двойной выпуклой линзы, части изображения, прилегающие к краям, выглядели бы наиболее отчетливо. Сэр Д. Брюстер сообщает нам, что, испробовав ряд белых веществ разной степени гладкости и несколько металлических поверхностей, на которых можно было получить изображение, он случайно получил изображение на посеребренной обратной стороне зеркала и был удивлен блеском и отчетливостью, с которыми были изображены внешние объекты. Чтобы удалить сферические выступы оловянной фольги, он очень тщательно отшлифовал поверхность с помощью заточного станка, который он использовал для обработки плоского зеркала ньютоновских телескопов. С помощью этой операции, которую можно выполнить, не повредив другую сторону зеркала, он получил поверхность, прекрасно приспособленную для приема изображений. Мельчайшие детали пейзажа были выполнены с такой точностью, а яркость красок была настолько необычайно тонкой, что равнялась, если не превосходила изображения, которые формируются в воздухе с помощью вогнутого зеркала.

Относительно явлений, проявляющихся в темной камере, могут быть указаны следующие дополнительные обстоятельства. О любом *движении* на представленной здесь картине можно составить более критическое представление, чем о наблюдении за движением самого объекта. Например, кажется, что человек, идущий на картине, имеет волнообразные движения или поднимается вверх-вниз при каждом шаге, который он делает, а руки, кажется, движутся почти в точности как маятник; тогда как у самого человека, если смотреть невооруженным глазом, вряд ли наблюдается что-либо подобное. Опять же, если поместить объект всего в два раза дальше фокусного расстояния от объектива вне помещения, изображение будет формироваться на том же расстоянии от объектива внутри помещения и, следовательно, будет равно по величине самому объекту. Признание этого принципа может быть полезно тем, кто занимается рисованием и кто может пожелать в любое время сформировать изображение точного размера объекта. Если объект поместить дальше от объектива, чем в два раза превышающее его фокусное расстояние, изображение будет меньше объекта. Если его поместить ближе, изображение будет больше, чем в жизни. Что касается неподвижных объектов, таких как дома, сады, деревья и т. Д., Мы можем формировать изображения самых разных размеров с помощью разных объективов, причем меньший фокус делает изображение меньшим, а большее фокусное расстояние - наибольшим.

Эксперименты с камерой-обскурой также могут служить иллюстрацией природы зрения и функций человеческого глаза. Рамка или впадина сциоптрического шара может представлять *орбиту* естественного глаза. Вращающийся во все стороны шар напоминает *глобус* глаза, подвижный по своей орбите. Отверстие в шаре может представлять собой *зрачок* глаза; выпуклая линза соответствует *crystalline humour*, которая имеет форму линзы и способствует формированию изображений объектов на внутренней части глаза. Сама темная камера чем-то похожа на *внутреннюю часть глаза*, которая со всех сторон и под сетчаткой выстлана мембраной, поверх которой нанесена слизистая очень черного цвета. Белая стена или рамка из белой бумаги, в которой помещаются изображения объектов, представляет собой четкое изображение *сетчатки* глаза, на которой изображены все внешние объекты. Таковы некоторые из общих черт сходства между аппаратом, связанным с темной камерой, и органом зрения; но человеческий глаз - это орган столь изысканной конструкции, и состоящий из такого количества и разнообразия тонких частей, что он не может быть адекватно представлен никаким искусственным приспособлением.

Затемненная камера часто демонстрируется способом, несколько отличным от того, что мы описали выше, как на следующей схеме (рис. 38), которая называется *вращающейся камерой-обскурой*. В этой конструкции КН представляет собой плоское зеркало или металлический отражатель, расположенный под половиной прямого угла к выпуклой линзе HI, с помощью которого лучи, исходящие от объектов, расположенных в направлении O, отражаются к линзе, которая формирует изображение объектов на круглом белом столе в точке T, вокруг которого могут стоять несколько зрителей и рассматривать изображение, очерченное в горизонтальной плоскости. Отражатель вместе с его корпусом можно поворачивать с помощью простого устройства, соединенного с ним, таким образом, чтобы последовательно охватывать все объекты, составляющие окружающую сцену. Но поскольку изображение здесь принимается на плоской поверхности, лучи *fm*, *en* должны будут расходиться дальше, чем центральные лучи *dc*; и, следовательно, изображение объекта вблизи боковых сторон будет несколько искажено; чтобы исправить это, изображение должно приниматься на вогнутой поверхности, как *ab* или PS. Это общий план тех Камер-обскур, установленных в больших деревянных палатках, которые часто выставляются в наших крупных городах и время от времени перевозятся из одного города в другой. Если бы инструмент такого рода был установлен в *малом масштабе*, то в одной из сторон можно было бы проделать отверстие, как у E, к которому можно было бы приложить глаз для просмотра изображения. Фокусные расстояния линз, используемых в больших приборах такого типа, обычно составляют от восьми до двенадцати футов, и в этом случае они создают эффект телескопа на удаленных объектах, благодаря чему они кажутся ближе, чем при просмотре невооруженным глазом.

рисунок 38.

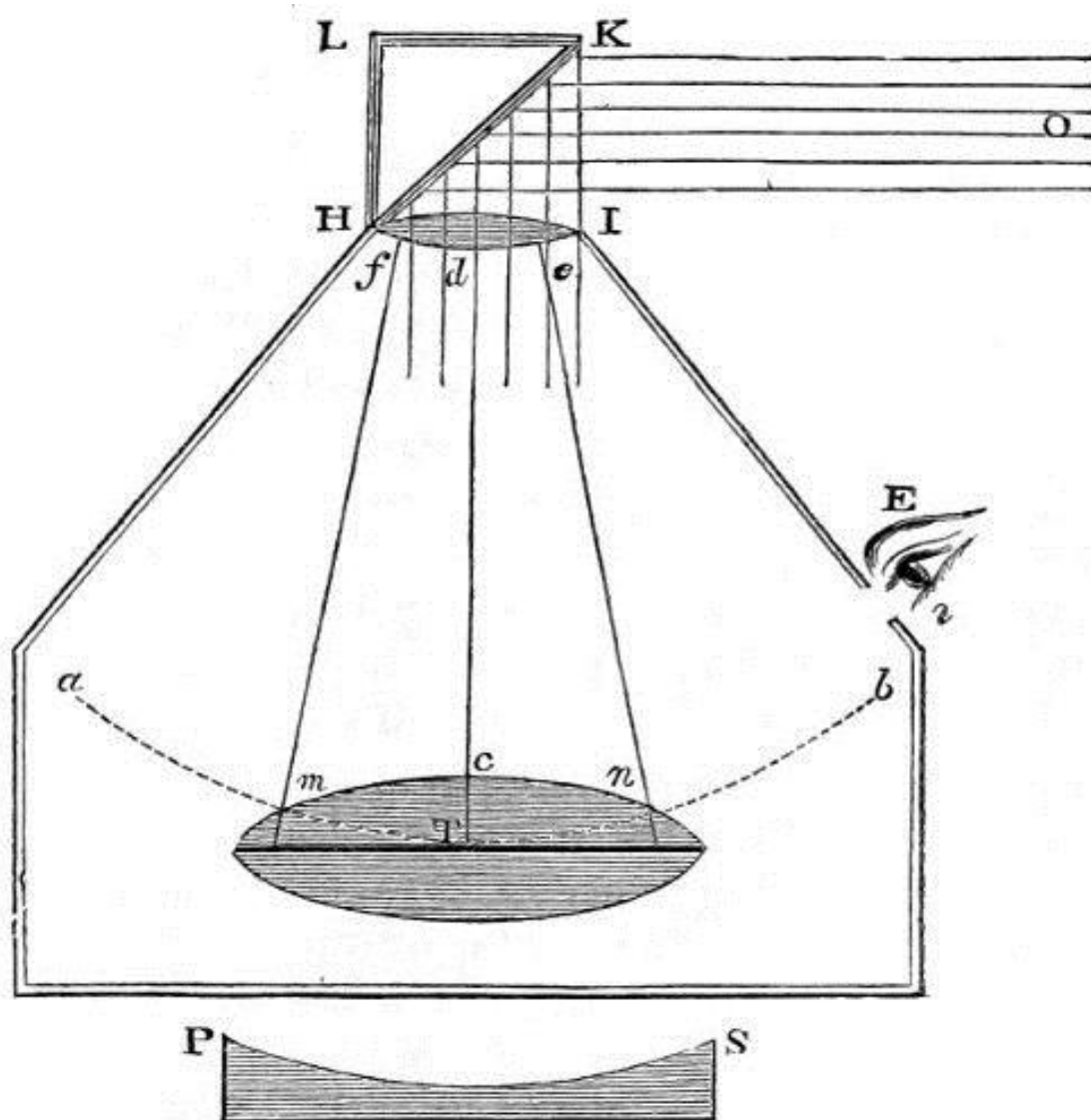
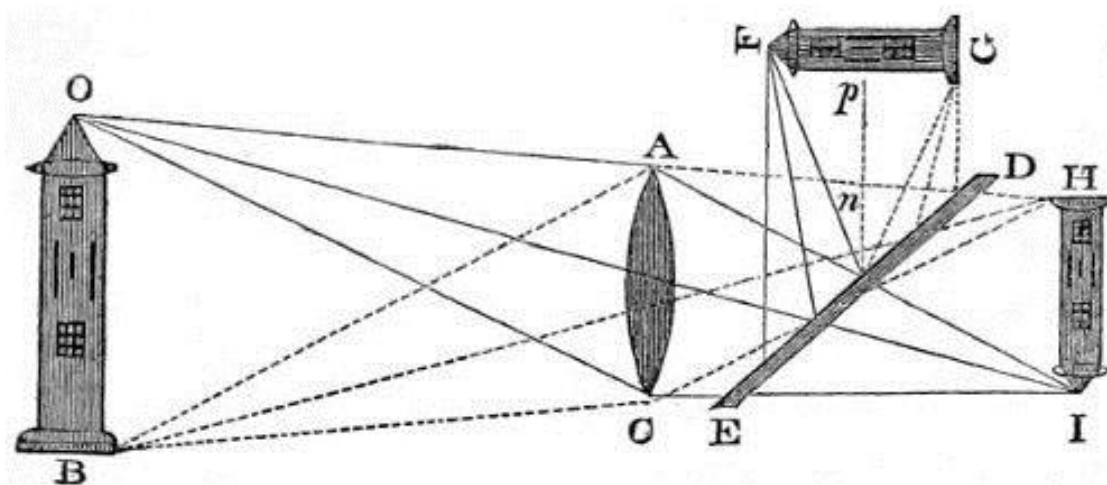


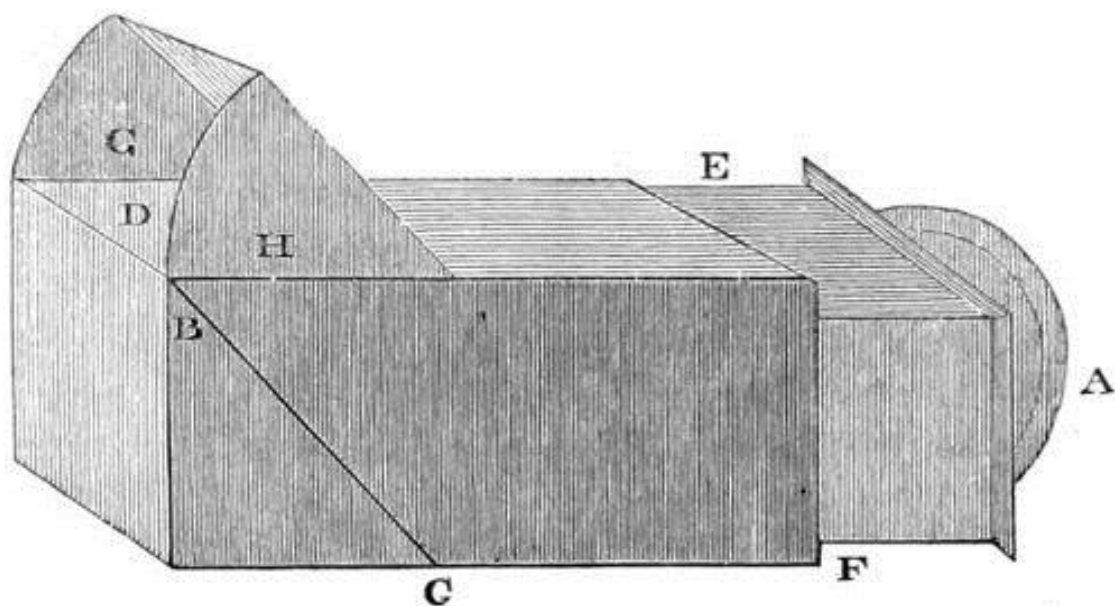
рисунок 39.



Камера-обскура часто изготавливается в *портативной форме*, чтобы ее можно было носить с собой для создания пейзажей. Ниже приводится краткое описание инструмента вэтой форме.

АС представляет собой выпуклую линзу, расположенную на конце трубки или выдвижного ящика, который может перемещаться в боковой части квадратного ящика, внутри которого находится плоское зеркало DE, откидывающееся назад под углом сорок пять градусов от перпендикуляра *ap*. Пучки лучей, исходящих от объекта ОВ и проходящих через выпуклую линзу, вместо того чтобы двигаться вперед и формировать изображение HI, отражаются зеркалом вверх и встречаются в точках, обозначенных как FG, на том же расстоянии, на котором они встретились бы в точках H и I, если бы не были перехвачены зеркалом. При FG изображение объекта ОВ принимается либо на листе промасленной бумаги, либо чаще на плоском нешлифованном стекле, помещенном в горизонтальное положение FG, на которое принимаются изображения всех объектов, расположенных напротив объектива, и на котором или на наложенной на него промасленной бумаге их контуры могут быть прорисованы карандашом. Подвижная трубка, на которой закреплен объектив, служит для регулировки фокусировки ближних и удаленных объектов до тех пор, пока их изображения не станут отчетливо видны на горизонтальном стекле в точке FG. Выше показана наиболее распространенная форма коробки такого рода камеры-обскуры. А - положение линзы, ВС - положение зеркала, D - плоское неполированное стекло, на котором изображены изображения, GH - подвижная крышка или экран для предотвращения повреждения изображения светом, и EF - подвижная трубка.

рисунок 40.



*Дагерротип.*—Недавно было сделано важное и несколько удивительное открытие, касающееся изображения, получаемого камерой-обскурой. Обнаружено, что изображения, сформированные с помощью этого инструмента, способны нестираемо фиксироваться на определенных поверхностях, предварительно подготовленных для этой цели, так что изображение получается постоянным. Когда камеру направляют на какой-либо объект или пейзаж, сильно освещенный солнцем, и настраивают подготовленную площадку для получения изображения, и дают пройти определенному времени, пока лучи света не произведут должного эффекта, через несколько минут или даже секунд изображение объектов напротив объектива неизгладимо отпечатывается на подготовленной пластинке во всех точных пропорциях и

перспективе, которые отличают изображения, сделанные в темной камере, — изображения, которые могут быть повешены в квартирах вместе с другими картинами и гравюрами; и, вероятно, они сохраняют свою красоту и блеск в течение многих лет. Это картины, созданные самой природой за чрезвычайно короткий промежуток времени и с самой изысканной деликатностью и точностью. Этот эффект, очевидно, обусловлен определенными химическими свойствами лучей света и открывает философу новое поле для экспериментов и исследований. Единственным недостатком картины является то, что она не раскрашена; но в ходе экспериментов по этому предмету не исключено, что даже эта цель может быть достигнута, и в этом случае мы сможем получить наиболее точные пейзажи и изображения всех объектов, которые только могут быть сформированы. Это искусство или открытие получило название *Дагерротип* в честь М. Дагерра, француза, который, как предполагается, был первым первооткрывателем и который получил большую премию от французского правительства за раскрытие процесса и обнародование открытия. С тех пор, как об открытии было впервые объявлено, примерно в начале 1839 года, было внесено несколько улучшений и модификаций в отношении подготовки табличек; и рисунки, выполненные по этому принципу, часто называются *фотогеничными* рисунками; и в настоящее время они выставлены в большинстве наших государственных научных учреждений.

Эта новая наука или искусство получила различные названия. Сначала это называлось *фотографией*, от двух греческих слов, означающих *письмо светом*: впоследствии это было названо искусством *фотогеничного рисунка*, или рисования, производимого светом. М. Дагерр дал ему название *гелиографии*, или *письма солнцем*, все эти аппелятивы происходят от греческого и в какой-то степени выражают природу процесса. Мы, однако, будем использовать термин "*Дагерротип*", производный от имени изобретателя.

Поскольку в наши планы не входит давать какие-либо подробные описания процесса дагерротипирования, мы просто дадим несколько общих указаний относительно него, отсылая тех, кто желает узнать конкретные подробности, к отдельным опубликованным трактатам, посвященным этому. Первое, на что необходимо обратить внимание в этом искусстве, — это подготовка пластины, на которой будет нанесен рисунок. Пластина состоит из тонкого листа меди, покрытого серебром; оба металла вместе взятые не толще визитной карточки. Цель меди — просто поддерживать серебро, которое должно быть самым чистым, какое только можно добыть. Но хотя медь должна быть не толще, чем для того, чтобы служить опорой, необходимо, чтобы она была такой толстой, чтобы предотвратить деформацию пластины, которая привела бы к искажению изображений, нанесенных на нее. Эта тарелка должна быть отполирована; — и для этой цели потребуются следующие предметы: — флакон оливкового масла; —немного очень тонкой ваты;—порошок из пемзы, размолотый почти до неосвязаемости и завернутый в кусок тонкого муслина, достаточно тонкий, чтобы порошок проходил сквозь него, не касаясь тарелки при встряхивании мешочка. Немного азотной кислоты, разбавленной в шестнадцать раз отмеренным количеством воды— проволоочный каркас, на который помещают пластинку при нагревании; спиртовка, чтобы пластинка нагрелась— маленькая коробочка с наклонными стенками внутри и крышкой, закрывающей ее плотно; и квадратная доска, достаточно большая, чтобы удерживать рисунок, и с защелками сбоку, чтобы он оставался устойчивым.

Для выполнения вышеуказанных предварительных условий, конечно же, необходима хорошая *камера-обскура*. Этот инструмент должен быть достаточно большим, чтобы вместить пластину с самым большим рисунком, который предполагается снять. Линза, формирующая изображение

объекта, должна, по возможности, быть *ахроматической* и иметь значительный диаметр. В превосходном инструменте такого типа, который сейчас передо мной, объектив ахроматический, диаметром около 3 дюймов, но может быть сужен до меньшей диафрагмы. Его фокусное расстояние составляет около 17 дюймов, а коробка, за исключением трубки, в которой находится объектив, имеет длину 15 дюймов, ширину 13 с половиной дюймов и глубину 11 дюймов. Он формирует красивую и четко очерченную картину каждого хорошо освещенного объекта, на который он направлен.

Перед помещением пластины в камеру необходимо выполнить определенные операции. 1. Поверхность пластины должна быть идеально гладкой или тщательно отполированной. Для этой цели его нужно положить плашмя, серебристой стороной вверх, на несколько сгибов бумаги для подстилки; и после того, как поверхность будет хорошо отполирована обычным способом, равномерно и тщательно припудрить мелкой пемзой, вложенной в муслиновый мешочек. Затем, взяв немного ваты, смоченной в оливковом масле, ее нужно растереть по пластине закругляющими движениями, а затем пересекать их другими, которые начинаются под прямым углом к первому. Этот процесс необходимо повторять часто, каждый раз меняя вату и обновляя пемзовый порошок. Теперь небольшую порцию ваты необходимо смочить разбавленной азотной кислотой и равномерно нанести на всю поверхность. Следующее, что нужно сделать, это тщательно и равномерно нагреть тарелку, удерживая ее с помощью пинцетов за угол над огнем с древесными углями, и когда тарелка достаточно нагреется, на серебре появится белый налет, который указывает на то, что эта часть операции завершена. Затем требуется ровная холодная поверхность, например металлическая пластина, охлажденная почти до температуры замерзания раствором соляной кислоты, и на нее необходимо внезапно перенести нагретую пластину.

2. Следующая операция - нанесение на пластину покрытия *йодом*. Это достигается закреплением тарелки на доске, а затем помещением ее в коробку, содержащую маленькую чашечку с йодом, разделенную на маленькие кусочки лицевой стороной вниз и поддерживаемую маленькими скобками по углам. В таком положении пластина должна оставаться до тех пор, пока не приобретет *насыщенный золотистый цвет* за счет конденсации йода на ее поверхности — этот процесс следует проводить в затемненном помещении. Необходимое время для конденсации йода варьируется от пяти минут до получаса. Когда этот процесс успешно завершен, пластину следует немедленно закрепить в рамке с помощью защелок и лент и поместить в камеру; а перенос из одного гнезда в другое следует производить как можно быстрее и при таком количестве света, которое позволит оператору видеть, что он делает.

3. Следующая операция - получение чертежа. Поместив камеру перед изображаемой сценой и настроив объектив на надлежащую фокусировку, матовое стекло камеры извлекают и заменяют его подготовленной пластинкой; и все это оставляют до тех пор, пока естественные изображения не будут прорисованы естественным светом от объекта. Время, необходимое для того, чтобы оставить пластину для полного очерчивания объектов, зависит от интенсивности освещения. Объектам, находящимся в тени, потребуется больше времени для их выделения, чем объектам, находящимся на ярком свете. Полный ясный свет юга Европы, Испании, Италии и, в частности, более яркая яркость тропических стран окажут воздействие на объект гораздо быстрее, чем более тусклая яркость северного климата. Некоторые часы дня также более благоприятны, чем другие. Дагерр утверждает, что 'наиболее благоприятный период - с 7 часов

утра до 3 часов дня, и что розыгрыш может быть произведен в Париже за 3 или 4 минуты в июне и июле, для чего потребуется 5 или 6 минут в мае и августе и 7 или 8 в апреле и сентябре'. По мере развития этого искусства в настоящее время портреты и другие объекты часто обрисовываются в течение нескольких секунд.

4. Сразу после извлечения пластины из камеры ее помещают над парами ртути, которые помещают в чашку на дне коробки, и прикладывают к ее дну спиртовку, пока температура не поднимется до 140 градусов по Фаренгейту. Этот процесс предназначен для получения изображения, которое не видно при снятии с камеры; но в течение нескольких минут начнет проявляться слабый рисунок, и через очень короткое время рисунок будет четко прорисован.

5. Следующая операция - *закрепление оттиска*. Для этого необходимо удалить покрытие, на котором был нанесен рисунок, чтобы уберечь его от разложения под действием лучей света. Для этой цели пластину помещают в корыто с обычной водой, погружают и немедленно извлекают, а затем погружают в раствор соли и воды до исчезновения желтого налета.

Таков очень краткий очерк *фотогеничных* процессов Дагерра. Другие вещества, однако, более легко получаемые, были рекомендованы м-ром Тальботом, Ф.Р.С., который, по-видимому, примерно в то же время изобрел процесс, несколько сходный с процессом Дагерра. Ниже приведены его указания по приготовлению *фотогеничной бумаги*.

Бумагу нужно окунуть в раствор соли в воде в пропорции половина унции соли на полпинты воды. Дайте лишней влаге стечь, а затем, разложив бумагу на чистой ткани, *аккуратно промокните* ее салфеткой, чтобы соль не скапливалась в одном месте больше, чем в другом. Затем бумагу нужно закрепить двумя углами на доске для рисования с помощью обычных булавок, а одну сторону промыть или смочить фотогеничной жидкостью, используя приготовленную для этой цели кисточку и стараясь равномерно распределить ее. Затем как можно быстрее высушите бумагу на огне, и она будет пригодна для использования в большинстве целей. Если при воздействии солнечных лучей бумага приобретет неровный оттенок, очень тонкая дополнительная промывка жидкостью сделает цвет однородным и в то же время несколько темнее. Если потребуется сделать более деликатное описание бумаги, то после первого нанесения жидкости следует нанести раствор соли, а бумагу высушить на огне. Нанесите вторую порцию жидкости и снова высушите ее на огне: нанесите соль в третий раз, высушите ее - и еще одно нанесение жидкости после высыхания сделает бумагу чрезвычайно чувствительной. Когда листы такой бумаги, подготовленные по-разному, подвергаются воздействию дневного света, лучше всего готовятся те из них, которые быстрее всего подвергаются воздействию света и становятся темными.

Когда фотогеничные рисунки выполнены безупречно, рисунки, нанесенные затем на пластину или бумагу, чрезвычайно красивы и правильны, и их можно рассматривать с помощью значительного увеличения, так что самые мелкие части изображенных объектов могут быть отчетливо различимы. Мы видели портреты, выполненные таким образом лондонским художником с точностью, на которую лучший художник-миниатюрист никогда бы не решился — каждая черта настолько отчетлива, что ее можно рассматривать в большую лупу. И в пейзажах, и в зданиях тонкость и точность таких изображений таковы, что следы резца и трещины в камнях часто можно увидеть, приложив к картине увеличительную линзу; так что мы можем справедливо воскликнуть словами Поэта: "Кто может рисовать так, как природа!." Этот СВЕТ — первенец Божества, который пронизывает все пространство и освещает все миры - в мгновение



ока и с точностью, которой не может подражать ни одно искусство, изображает каждый предмет в его точной форме и пропорциях, превосходящих все, что может создать человеческий гений.

Фотогеничное искусство в своем развитии, несомненно, принесет много в высшей степени интересных и полезных результатов. Это дает нам возможность с помощью точного и быстрого процесса представить все грандиозные и красивые объекты, связанные с нашим земным шаром — ландшафты, характерные для каждой страны — высокие горные цепи, отличающие альпийские регионы — благородные здания, воздвигнутые искусством — монументальные остатки древности — и любой другой объект, который было бы интересно созерцать людям; так что со временем общий пейзаж нашего мира, в его выдающихся частях, мог бы предстать почти каждому глазу. Комиссия Французской палаты, говоря об этом искусстве, сделала следующее замечание: 'Чтобы скопировать миллионы и миллионы иероглифов, которые покрывают даже внешность великих памятников Фив и Мемфиса, Карнака и т. Д., потребовались бы десятки лет и легионы дизайнеров. С помощью дагерротипа один человек мог бы завершить эту огромную работу'. — Этот инструмент изображает объекты, которые органы зрения человека упустили бы из виду или, возможно, были бы неспособны воспринять, с той же точностью, с какой он очерчивает наиболее заметные черты пейзажа. Потемневшие от времени наросты на дереве, травинки, лист розы, запущенный сорняк, мох на вершине высокой башни и подобные объекты прорисованы с той же точностью, что и более крупные объекты в окружающей обстановке.

Также не исключено, что это искусство (все еще находящееся в зачаточном состоянии), когда оно приблизится к совершенству, может позволить нам изображать возвышенные объекты на небесах. Солнце дает достаточно света для этой цели; и, по-видимому, нет непреодолимого препятствия для получения таким образом сильно увеличенного изображения этого светила, которое можно будет снова увеличить с помощью мощного микроскопа. На основании проведенных до сих пор экспериментов отнюдь не исключено, что мы можем получить точные очертания лунного мира по самой Луне. Диск с покрытием, подготовленные Дагерром, получают оттиски от действия лунных лучей в такой степени, что позволяют надеяться на то, что вскоре могут быть получены фотографические карты Луны; и, если это так, они превзойдут по точности все ранее полученные очертания этого светила; и если они будут обладать микроскопической мощностью, на лунной поверхности можно будет увидеть объекты, которые до сих пор были невидимы. Также не исключено, что таким образом могут быть очерчены планеты Венера, Марс, Юпитер и Сатурн и обнаружены объекты, которые невозможно разглядеть с помощью телескопа. Возможно, можно было бы считать выходящим за пределы вероятности ожидать, что даже отдаленные *туманности* могут быть таким образом зафиксированы и получены очертания их объектов, которые можно будет увеличить с помощью микроскопов. Но мы должны учитывать, что это искусство пока находится только в зачаточном состоянии — что еще могут быть изготовлены пластины более тонкой конструкции, чем те, которые использовались до сих пор, и что еще могут быть открыты другие свойства света, которые облегчат создание таких рисунков. Ибо теперь мы не должны устанавливать границ для открытий науки и для практического применения научных открытий, которые могут быть достигнуты гением и искусством.

Короче говоря, это изобретение приводит к выводу, что мы еще не открыли всех замечательных свойств того Светящегося Агента, который пронизывает вселенную и который открывает нам ее красоту и возвышенность, и что тысячи замечательных объектов и воздействий все еще могут

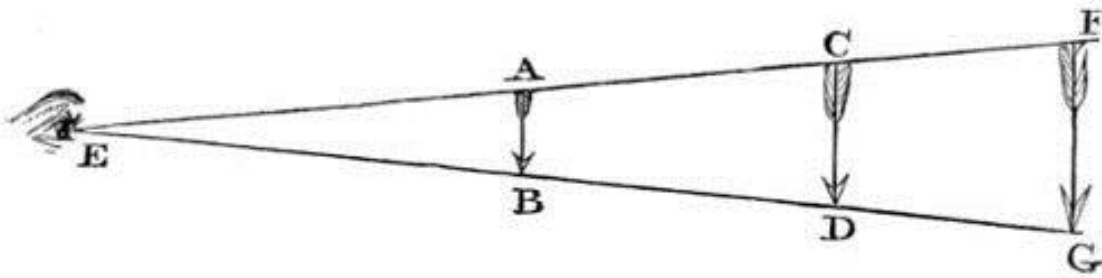
быть открыты нашему взору через посредство света, по мере того как исследователи-философы продвигаются в своих исследованиях и открытиях. В данном случае, как и во многих других, очевидно, что Творец намеревается в ходе своего провидения посредством научных исследований постепенно открывать взору обитателей нашего мира чудеса, красоту и возвышенность своего обширного творения, проявлять свою бесконечную мудрость и свою безграничную доброту и возвышать наши души к созерцанию и любви к Тому, Кто является изначальным источником всего великолепного и благотворного в природе.

### ГЛАВА III.

#### ОТ ОПТИЧЕСКОГО УГЛА И ВИДИМОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОБЪЕКТОВ.

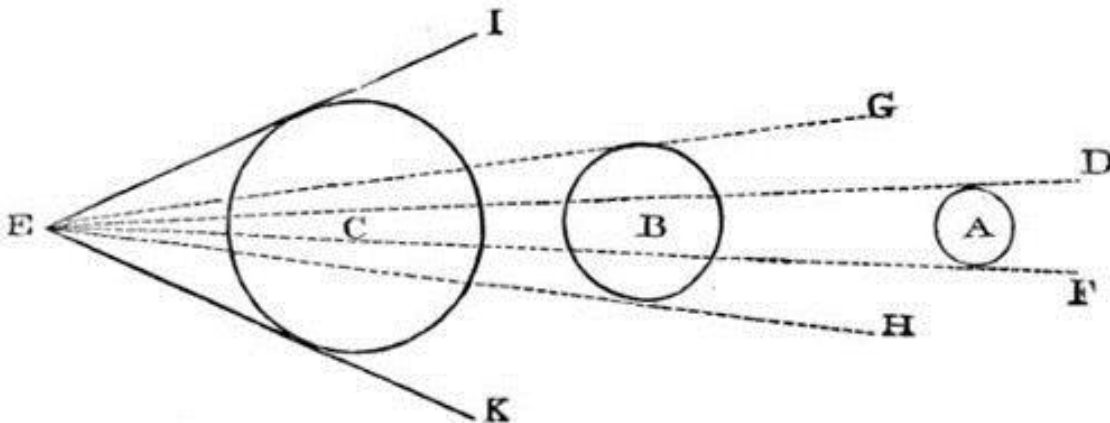
Чтобы понять принцип, по которому телескопы отображают удаленные объекты в увеличенном виде, может быть целесообразно объяснить, что подразумевается под углом обзора и видимыми величинами, при которых появляются разные объекты и один и тот же объект на разном расстоянии.

рисунок 40\*.



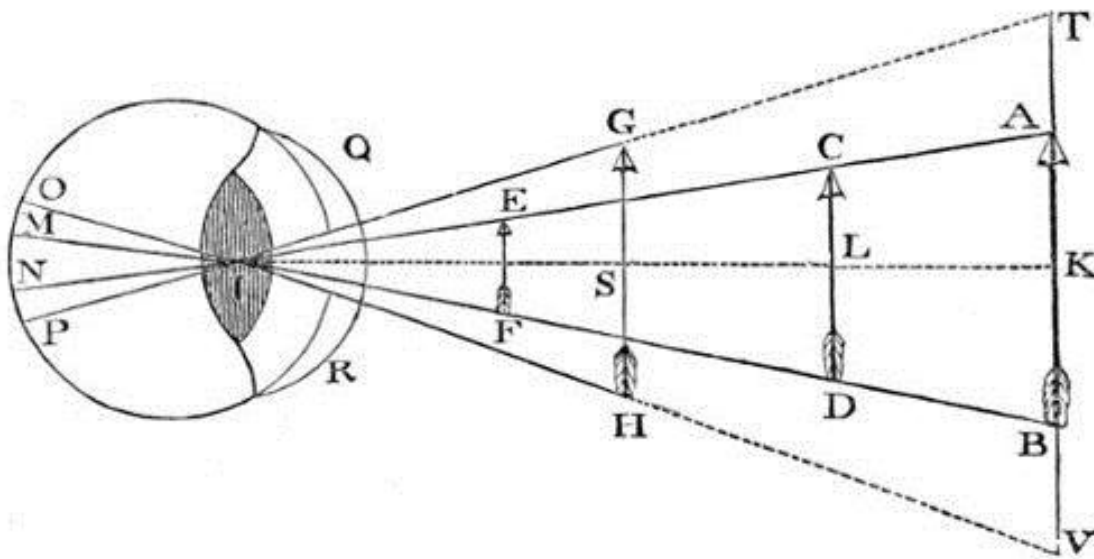
Оптический угол - это угол, заключенный под двумя прямыми линиями, проведенными от крайних точек объекта к глазу. Таким образом, AEB или CED (рис. 40\*.) - это оптический или визуальный угол, или угол, под которым объект AB или CD виден глазу в точке E. Эти два объекта, находящиеся на разных расстояниях, видны под одним и тем же углом, хотя CD, очевидно, больше, чем AB. На сетчатке глаза их изображения имеют точно такой же размер, как и объект еще большего размера FG.

рисунок 41.



The *Видимая величина* объектов обозначает их величину такой, какой они кажутся нам, в отличие от их реальной величины, и измеряется углом зрения; ибо любые объекты, которые видны под одинаковыми или равными углами, *кажутся* равными, какими бы разными ни были их реальные величины. Если полкроны или полдоллара поместить примерно в 120 ярдах от глаза, они воспринимаются просто как видимая точка, а их видимая величина или угол, под которым они видны, очень малы. На расстоянии тридцати или сорока ярдов его объем кажется ощутимо увеличенным, и мы воспринимаем его как круглое тело; на расстоянии шести или восьми ярдов мы можем разглядеть выгравированную на нем голову короля или королевы; а на расстоянии восьми или десяти дюймов от глаза он будет казаться таким большим, что будет казаться, что он покрывает большое здание, расположенное на расстоянии четверти мили, другими словами, видимая величина полукроны, удерживаемой на таком расстоянии, будет более чем равна величине такого здания на картинке на сетчатке из-за размера монеты. увеличение оптического угла. Если мы предположим, что А (рис. 41) представляет видимый размер полукроны на расстоянии девяти ярдов, то мы скажем, что она видна под небольшим углом ПОДАЧИ. В будет представлять его видимую величину на расстоянии  $4\frac{1}{2}$  ярдов под углом НЕГ, а окружность С - его видимую величину на расстоянии 3 ярдов под большим углом КЕІ.

рисунок 42.



Это можно проиллюстрировать следующим рисунком. Пусть АВ (рис. 42.) - объект, видимый непосредственно глазом QR. От каждой оконечности А и В проведите линии AN, BM, пересекающиеся друг друга в кристаллической оболочке на рисунке І: затем AIB - оптический угол, который является мерой видимой величины или длины объекта АВ. При рассмотрении этого рисунка очевидно, что видимые величины объектов будут варьироваться в зависимости от их расстояния. Таким образом, АВ, CD, EF, реальные величины которых неодинаковы, могут располагаться на таких расстояниях от глаза, что их *видимые* величины все равны, и занимать одно и то же пространство на сетчатке MN, как здесь представлено. Точно так же объекты одинаковой величины, расположенные на неодинаковых расстояниях, будут казаться неодинаковыми. Одинаковые объекты АВ и GH, расположенные на разном расстоянии от глаза, GH будут отображаться под большим углом TIV или размером с объект TV, расположенный в том же месте, что и объект АВ, в то время как АВ будет отображаться под меньшим углом AIB.

Следовательно, объект GH *очевидно* больше объекта AB, хотя он всего лишь равен ему. Следовательно, кажется, что у нас нет определенного стандарта для *истинной величины* объектов, рассматриваемых нашим абстрактным зрительным восприятием, но только для *пропорций* величины.

Что касается видимых величин, мы едва ли когда-либо судим о том, что какой-либо объект настолько велик или настолько мал, каким он кажется, или что существует столь большое различие в видимой величине двух равных тел, находящихся на разном расстоянии от глаза. Так, например, предположим, что два человека, каждый ростом шесть футов 3 дюйма, стоят прямо перед нами, один на расстоянии шеста, или  $5\frac{1}{2}$  ярдов, а другой на расстоянии 100 шестов, или 550 ярдов, — мы должны заметить значительную разницу в их видимых размерах, но вряд ли нам следует предполагать, на первый взгляд, что ближайший к глазу кажется в сто раз больше другого, или что, в то время как ближайший казался 6 футов 3 дюйма высотой, удаленный казался всего около *трех четвертей дюйма*. Тем не менее, так оно и есть на самом деле; и не только так, но и видимый объем или площадь одного соответствует объему или площади другого, как квадрат этих чисел, а именно как 10 000 к 1; ближайший к нам человек представляет глазу величину или поверхность в десять тысяч раз большую, чем у другого. Опять же, предположим, что в большой комнате стоят два стула, один на расстоянии 21 фута от нас, а другой на расстоянии 3 футов — ближайший к нам будет казаться в 7 раз больше как в длину, так и в ширину, чем более удаленный, и, следовательно, его видимая площадь в 49 раз больше. Если я поднимаю палец на расстоянии 9 дюймов от глаза, кажется, что он охватывает большой город протяженностью в полторы мили, расположенный на расстоянии 3 миль; следовательно, видимая величина моего пальца на расстоянии 9 дюймов от органа зрения больше, чем у большого города на расстоянии 3 миль, и формирует более крупное изображение на сетчатке глаза. Когда я стою на расстоянии фута от своего окна и смотрю через одно из стекол на деревню, расположенную менее чем в четверти мили от меня, я вижу через это стекло почти всю протяженность деревни, включающую двести или триста домов; следовательно, видимая величина окна равна почти протяженности деревни, и все здания, находящиеся на нем, кажутся не больше, чем оконное стекло в окне, в противном случае дома и другие объекты, составляющие деревню, не могли бы быть видны через это единственное стекло. Ибо, если мы предположим, что линия, проведенная от одного конца деревни, проходит через одну сторону стекла, и другая линия, проведенная от другого конца и проходящая через другую сторону стекла к глазу, то эти линии будут образовывать оптический угол, под которым появляются оконное стекло и деревня. Если оконное стекло имеет ширину четырнадцать дюймов, а длина деревни 2640 ярдов, или полмили, то эта последняя линейная протяженность в 6788 раз больше другой, и все же в предполагаемом случае они имеют одинаковую *видимую* величину.

Отсюда мы можем понять абсурдность и тщетность попыток описать протяженность небесных пространств, говоря, что определенное явление находилось на расстоянии двух-трех футов или ярдов от другого, или что хвост кометы казался длиной в несколько ярдов. Такие изображения не могут передать никаких определенных идей относительно таких величин, если не указано, на каком расстоянии от глаза предполагается размещать фут или ярд. Если стержень длиной в ярд держать на расстоянии девяти дюймов от глаза, он уменьшит угол или покроет пространство в небесах, равное более чем одной четвертой окружности неба, или около ста градусов. Если она находится в восемнадцати дюймах от глаза, то покрывает пространство, равное пятидесяти градусам; если в трех футах, то двадцать пять градусов и так далее пропорционально расстоянию от глаза; так что мы не можем составить правильного представления о видимых

пространствах или расстояниях на небесах, когда нам просто говорят, что две звезды, например, кажутся удаленными друг от друга на три ярда. Единственная определенная мера, которую мы можем использовать в таких случаях, - это градусы. Солнце и луна имеют около половины градуса в видимом диаметре, а расстояние между крайними звездами в *поясе Ориона*, равное трем градусам, которые стали привычными для глаза, может быть применено к другим небесным пространствам и дать приблизительное представление об относительных расстояниях объектов на небе.

Из сказанного выше очевидно, что величина объектов может рассматриваться с разных точек зрения. Истинные размеры объекта, рассматриваемые сами по себе, дают то, что называется *его реальной или абсолютной величиной*; а угол обзора определяет *видимую величину*. Следовательно, реальная величина является постоянной величиной; но видимая величина постоянно меняется в зависимости от расстояния, реального или воображаемого; и поэтому, если бы мы всегда судили о размерах объекта по его видимой величине, все вещи вокруг нас в этом отношении претерпевали бы очень ощутимые изменения, которые могли бы привести нас к странному и серьезным ошибкам. Муха, находящаяся достаточно близко к глазу, может появиться под углом, равным слоновьему, на расстоянии двадцати футов, и одно можно будет принять за другое. Гигант высотой восемь футов, видимый с расстояния двадцати четырех футов, казался бы не выше ребенка ростом в два фута на расстоянии шести футов, поскольку и то, и другое было бы видно почти под одним и тем же углом. Но наш опыт, как правило, не позволяет нам обманываться подобными иллюзиями. С помощью осязания и принимая во внимание различные расстояния, на которых мы видим конкретные объекты, мы учимся корректировать представления, которые в противном случае могли бы сформировать, обращая внимание только на оптический угол, особенно в случае объектов, находящихся рядом с нами. С помощью осязания мы получаем представление о расстоянии до объекта; это впечатление сочетается с впечатлением от видимой величины, так что впечатление, представляющее для нас реальную величину, является продуктом этих двух элементов. Однако, когда объекты находятся на большом расстоянии, труднее дать правильную оценку их истинных величин. Углы обзора настолько малы, что не позволяют сравнивать; а предполагаемые размеры объектов в значительной степени зависят от *видимых* величин; и, таким образом, объект, расположенный на большом расстоянии, кажется нам намного меньше, чем он есть в действительности. Мы также оцениваем объекты как более близкие или более отдаленные в зависимости от того, насколько они более или менее ясны, и наше восприятие их более или менее отчетливо и четко определено; и аналогично, когда несколько объектов встают между нами и объектом, который мы особенно наблюдаем. Мы делаем своего рода сложение всех расчетных расстояний промежуточных объектов, чтобы сформировать общее расстояние удаленного объекта, который в данном случае кажется более удаленным, чем если бы промежуточное пространство было незанятым. Обычно считается, что ни один земной объект не может быть отчетливо воспринят, если угол зрения, который он охватывает, составляет менее *одной минуты градуса*; и что большинство объектов становятся нечеткими, когда угол, под которым они находятся в зрачке глаза, составляет менее шести минут.

Мы сочли целесообразным привести приведенные выше замечания относительно видимой величины объектов, поскольку основное применение телескопа заключается в увеличении угла обзора или в представлении объектов под большим углом, чем тот, под которым они видны невооруженным глазом, чтобы сделать вид удаленных объектов более отчетливым и показать органу зрения те объекты, которые в противном случае были бы невидимы. Можно сказать, что

телескоп увеличивает объект во столько раз, во сколько угол, под которым его представляет прибор, больше того, под которым он виден глазу без посторонней помощи. Таким образом, невооруженным глазом Луна видна под углом примерно в полградуса; следовательно, телескоп увеличивает в 60 раз, если он представляет этот шар под углом в 30 градусов; а если увеличить в 180 раз, то луна будет видна под углом в 90 градусов, что заставит ее казаться заполняющей половину видимого неба или пространство, простирающееся от горизонта до зенита.

## ГЛАВА IV.

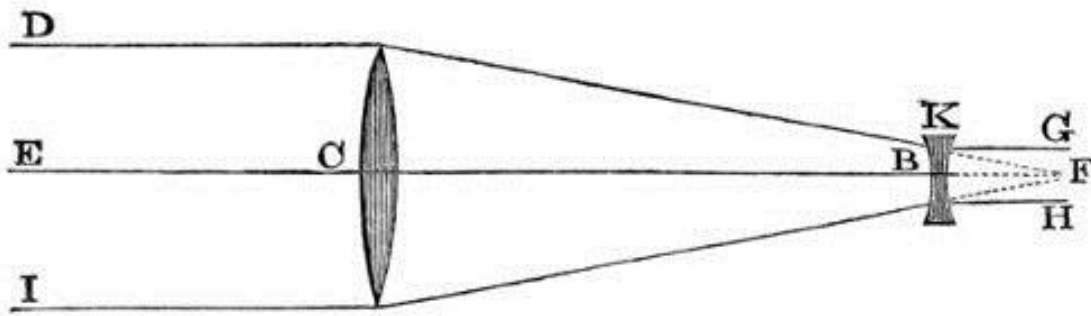
### О РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ТЕЛЕСКОПОВ-РЕФРАКТОРОВ.

Существуют два вида телескопов, соответствующих двум способам зрения, а именно, те, которые выполняют свою функцию за счет *преломления* через линзы, и те, которые увеличивают удаленные объекты за счет *отражения* от зеркал. Телескоп, сконструированный с линзами, производит свои эффекты исключительно за счет преломления света и называется *диоптрийным, или преломляющим телескопом*. Телескоп другого типа производит свои эффекты частично за счет отражения, а частично за счет преломления и состоит как из зеркал, так и из линз; но зеркала составляют основную часть телескопа; ипоэтому такие инструменты называются *телескопами-отражателями*. В этой главе я опишу различные виды *преломляющих* телескопов.

### РАЗДЕЛ 1. ГАЛИЛЕЕВСКИЙ ТЕЛЕСКОП.

Этот телескоп назван в честь знаменитого Галилея, который первым сконструировал и, вероятно, *изобрел* его в 1609 году. Он состоит всего из двух стекол: *выпуклого* стекла рядом с объектом и *вогнутого* рядом с глазом. Выпуклое называется *предметным стеклом*, а вогнутое, к которому прикладывается глаз, называется *глазным стеклом*. Пусть С (рис. 43.) представляет выпуклый предмет-стекло, обращенное к какому-либо предмету в направлении DEI, так что лучи падают на него параллельно; —если бы эти лучи, пройдя через него, не были перехвачены вогнутой линзой К, они прошли бы дальше и пересеклись друг с другом в фокусе F, где сформировалось бы перевернутое изображение объекта. Но вогнутая линза К, фактический фокус которой находится в точке F, будучи вставленной, не позволяет лучам сходиться к этой точке, а делает их менее сходящимися, <sup>19</sup> и входят в зрачок почти параллельно, как GH, и под действием влаги глаза сходятся к своим надлежащим фокусам на сетчатке. Объект в этот телескоп виден вертикально или в его естественном положении, потому что лучи не попадают в фокус, образуя перевернутое изображение. Вогнутое окуляр-стекло помещается настолько далеко в пределах фокуса предметного стекла, насколько это равно его собственному виртуальному фокусу; а увеличительная сила равна фокусному расстоянию предметного стекла от фокусного расстояния окуляра, то есть от CF до BF. Таким образом, предположим, что фокус предметного стекла равен 10 дюймам, а фокус монокля - 1 дюйму, увеличительная сила будет 10—кратной, что всегда определяется путем деления фокусного расстояния предметного стекла на фокусное расстояние монокля. Интервал между двумя стеклами в этом случае составит 9 дюймов, что соответствует длине телескопа, и объекты, видимые через него, будут видимы под углом, в десять раз большим, чем невооруженным глазом. Эти утверждения могут быть доказаны математически, но этот процесс несколько утомителен и сложен и может быть не до конца понятен широкому кругу читателей. Поэтому я упомяну лишь некоторые общие свойства этого телескопа, который сейчас используется редко, за исключением *театральных биноклей*.

рисунок 43



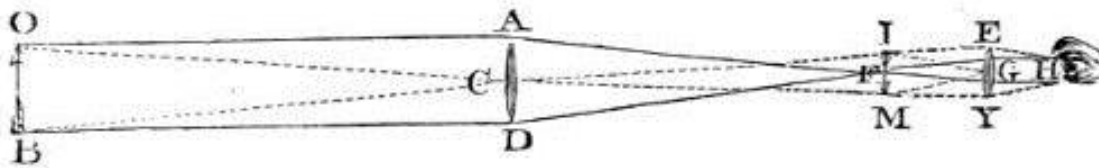
1. Фокусное расстояние моногля должно быть больше фокусного расстояния моногля, иначе оно не увеличивало бы объект: если бы фокусное расстояние моногля было больше фокусного расстояния моногля, оно уменьшало бы объекты, а не увеличивало их. 2. Видимая площадь объекта тем больше, чем ближе глаз находится к стеклу; и это зависит от диаметра зрачка глаза и от ширины предметного стекла; следовательно, поле зрения в этом телескопе очень маленькое. 3. Четкость обзора в телескопе этой конструкции превосходит почти любую другую. Это происходит из-за того, что лучи света исходят от объектанепосредственно через линзы, *не пересекаясь* и не пересекаясь друг с другом; тогда как в комбинации выпуклых линз они пересекаются друг с другом, образуя изображение в фокусе предметного стекла, и это изображение увеличивается стеклом со всеми его несовершенствами и искажениями. Тонкость центра вогнутой линзы также способствует повышению четкости изображения. 4. Хотя поле зрения у этого телескопа очень маленькое, все же там, где другого телескопа достать невозможно, его можно сделать такой длины, чтобы были видны пятна на Солнце, полумесяц Венеры, спутники Юпитера и кольцо Сатурна; и, требуя всего двух стекол, это самый дешевый из всех телескопов. Было обнаружено, что объектив с фокусным расстоянием 5 футов будет иметь вогнутое стекло с фокусным расстоянием всего 1 дюйм и, следовательно, увеличит диаметры планет в 60 раз, а их поверхности в 3600 раз, что достаточно для демонстрации описанных явлений. И хотя одновременно можно увидеть лишь небольшую часть солнца и Луны, все же Юпитер и все его спутники иногда можно увидеть с одного ракурса; но поиск объектов с помощью таких телескопов сопряжен с некоторыми трудностями. 5. Театральные бинокли, которые всегда имеют такую конструкцию, обычно имеют объективную линзу с фокусом около 6 дюймов и диаметром 1 дюйм с вогнутым стеклом с фокусом около 2 дюймов. Эти очки увеличивают изображение примерно в 3 раза в диаметре, имеют довольно большое поле зрения и обеспечивают очень четкое зрение. При настройке на глаз их длина составляет около 4 дюймов. К объектному концу театрального бинокля иногда прикрепляют плоское зеркало, расположенное под углом 45 градусов, с целью наблюдения за объектами по обе стороны от нас. Таким образом, в театре или на собрании мы можем рассмотреть любого человека так, что у него не возникнет ни малейшего подозрения об этом, поскольку стекло направлено совсем в другую сторону. Инструмент с этим придатком иногда называют *полемоскопом*.

## РАЗДЕЛ. 2. ОБЫЧНЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП—РЕФРАКТОР.

Астрономический телескоп - это наиболее простая конструкция телескопа, состоящая только из выпуклых линз, которых по существу необходимо всего две, хотя иногда к окуляру добавляется третья с целью увеличения поля зрения. Его конструкция будет легко понятна из описания

следующего рисунка. Двумя его основными частями являются предметное стекло AD и глазное стекло EY, которые настолько объединены в трубке, что фокус F предметного стекла в точности совпадает с фокусом глазного стекла. Пусть OB (рис. 44.) представляет удаленный объект, от которого лучи, идущие почти параллельно объектной линзе AD. Лучи, проходящие через эту линзу, пересекутся в точке F и сформируют изображение объекта в точке IM. Это изображение формирует как бы объект для глазного стекла EY, которое имеет короткое фокусное расстояние, и таким образом глаз получает возможность созерцать объект так, как если бы он был поднесен намного ближе, чем есть на самом деле. Ибо лучи, которые после пересечения переходят в расходящееся состояние, падают на линзу EY, как если бы они исходили от реального объекта, расположенного в точке F. Следовательно, все, что достигается с помощью такого телескопа, - это сформировать изображение удаленного объекта с помощью объективной линзы, а затем оказать глазу такую помощь, какая необходима для просмотра этого изображения как можно ближе, так что угол, который он должен занимать для глаза, должен быть очень большим по сравнению с углом, который сам объект занимал бы в той же ситуации.

рисунок 44.



Здесь, возможно, будет целесообразно объяснить, 1. как такое расположение очков позволяет отчетливо видеть удаленные объекты, и 2. причину, по которой объекты кажутся увеличенными, когда на них смотрят. Что касается первой особенности, то это может быть доказано следующим образом: — Лучи OA и BD, которые параллельны до того, как они упадут на предметное стекло, преломляются этим стеклом и объединяются в его фокусе: чтобы затем различать зрение, окуляр должен восстановить параллельность лучей, — что достигается размещением окуляра так, чтобы его фокус был в точке F, и, следовательно, лучи будут исходить из него параллельно друг другу и падать на глаз в этом направлении. Ибо четкое зрение достигается за счет *параллельных* лучей. 2. Причина, по которой объект кажется увеличенным, станет понятной, если мы примем во внимание, что если бы глаз смотрел на объект из центра предметного стекла, он видел бы его под углом OCB; пусть затем OC и BC будут выведены в фокус стекла, тогда они ограничат изображение, формируемое в фокусе. Если затем предполагается, что два параллельных луча проходят к окуляру EY, они сойдутся в его фокусе H, и глаз увидит изображение под углом EHY. Следовательно, видимая величина объекта, видимая невооруженным глазом, соответствует величине изображения, видимого в телескоп, от OCB до EHY, или как отношение расстояния CF к расстоянию FG, другими словами, *как фокусное расстояние объектива по отношению к фокусному расстоянию бинокля*.

Из рисунка очевидно, что в этот телескоп все объекты будут казаться *перевернутыми*; поскольку объект OB изображается объективной линзой в перевернутом положении при IM, и в этом положении он просматривается окуляром EY; и, следовательно, телескоп такого типа не очень хорошо приспособлен для наблюдения наземных объектов, поскольку в нем верхушки деревьев, домов и другие объекты видны снизу, а головы людей направлены вниз. Но это



обстоятельство не имеет значения по отношению к небесным телам, поскольку они круглые, и для наблюдателя может иметь мало значения, какая сторона шаровидного тела кажется самой верхней или самой нижней. Все астрономические телескопы-рефракторы инвертируют объекты; но они предпочтительнее любых других телескопов, потому что у них мало стекол и, следовательно, больше света. Этот телескоп, однако, может быть преобразован в обычный дневной телескоп для наблюдения за наземными объектами путем добавления двух других биноклей, как мы объясним позже; но в этом случае некоторое количество света теряется из-за преломления на каждой линзе, поскольку вряд ли существует прозрачное вещество, пропускающее все падающие на него лучи света.

*The Увеличительная способность* этого телескопа определяется *путем деления фокусного расстояния объектива на фокусное расстояние моногля*: частное дает увеличительную силу, или количество раз, когда объект, видимый в телескоп, кажется больше или ближе, чем невооруженным глазом. Так, например, если фокусное расстояние предметного стекла составляет 28 дюймов, а фокусное расстояние стекла для глаз 1 дюйм, то увеличительная мощность будет в 28 раз больше. Если бы мы увеличили телескоп и выбрали объективное стекло с фокусом 10 футов или 120 дюймов, можно было бы применить бинокль с фокусным расстоянием 2 дюйма, и тогда диаметр объектов был бы увеличен в 60 раз, а их поверхности - в 3600 раз. Если бы мы использовали объектив длиной 100 футов, то необходимо было бы выбрать бинокль с фокусом около 6 дюймов, и увеличительная сила была бы 200-кратной, равной 1200 дюймам, деленным на 6. Поскольку, таким образом, увеличительная сила зависит от соотношения фокусного расстояния объекта и очков, и это соотношение может варьироваться в любой степени, некоторым может показаться странным, что короткий телескоп такого типа не подходит для этой цели так же хорошо, как длинный. Например, может возникнуть вопрос, почему объективное стекло с фокусным расстоянием 10 футов не может быть увеличено так же сильно, как объективное стекло с фокусным расстоянием 100 футов, при использовании стекла с фокусным расстоянием в полдюйма, и в этом случае увеличительная сила была бы в 240 раз? Но следует учитывать, что если увеличить силу увеличения, в то время как длина телескопа остается прежней, необходимо уменьшить фокусное расстояние моногля в той же пропорции, а этого нельзя сделать из-за сильного искажения и окрашивания, которые тогда появились бы на изображении, возникающего как из-за глубокой выпуклости линзы, так и из-за различной преломляемости лучей света. Обнаружено, что длина обычных телескопов—рефракторов должна быть увеличена пропорционально квадрату увеличения их увеличительной мощности; так что для увеличения вдвое большей, чем раньше, при том же освещении и четкости изображения телескоп должен быть удлинён в четыре раза; для увеличения в 3 раза больше — в 9 раз; и для увеличения в четыре раза больше - в шестнадцать раз; то есть - предположим, что телескоп в 3 фута увеличивает в 33 раза, - чтобы обеспечить мощность в четыре раза большую, или в 132 раза, мы должны удлинить телескоп до длины 48 футов, т.е. или в 16 раз больше длины другого. Многие также зависят от ширины или отверстия предметного стекла. Если он будет слишком маленьким, света не хватит, чтобы осветить объект; а если он будет слишком большим, избыток света внесет путаницу в изображение.

Следующая таблица, составленная первоначально Гюйгенсом и которую я пересчитал и исправил, показывает линейную апертуру, фокусное расстояние бинокля и увеличительную силу астрономических телескопов различной длины, которые могут служить руководством для тех, кто желает сконструировать телескопы данного описания.

| Фокусное расстояние<br>объекта-стекла. | Линейная апертура<br>объекта-стекла. |      | Фокусное расстояние<br>монокля. |      | Сила<br>увеличения. |
|----------------------------------------|--------------------------------------|------|---------------------------------|------|---------------------|
| Футы.                                  | Дюйм.                                | Дек. | Дюйм.                           | Дек. |                     |
| 1                                      | 0.                                   | 545  | 0.                              | 605  | 20                  |
| 2                                      | 0.                                   | 76   | 0.                              | 84   | 20,5                |
| 3                                      | 0.                                   | 94   | 1.                              | 04   | 34,6                |
| 4                                      | 1.                                   | 08   | 1.                              | 18   | 40                  |
| 5                                      | 1.                                   | 21   | 1.                              | 33   | 45                  |
| 6                                      | 1.                                   | 32   | 1.                              | 45   | 50                  |
| 7                                      | 1.                                   | 43   | 1.                              | 58   | 53                  |
| 8                                      | 1.                                   | 53   | 1.                              | 69   | 56,8                |
| 9                                      | 1.                                   | 62   | 1.                              | 78   | 60,6                |
| 10                                     | 1.                                   | 71   | 1.                              | 88   | 63,8                |
| 15                                     | 2.                                   | 10   | 2.                              | 30   | 78                  |
| 20                                     | 2.                                   | 43   | 2.                              | 68   | 89,5                |
| 30                                     | 3.                                   | 00   | 3.                              | 28   | 109                 |
| 40                                     | 3.                                   | 43   | 3.                              | 76   | 127                 |
| 50                                     | 3.                                   | 84   | 4.                              | 20   | 142                 |
| 60                                     | 4.                                   | 20   | 4.                              | 60   | 156                 |
| 70                                     | 4.                                   | 55   | 5.                              | 00   | 168                 |
| 80                                     | 4.                                   | 83   | 5.                              | 35   | 179                 |
| 90                                     | 5.                                   | 15   | 5.                              | 65   | 190                 |
| 100                                    | 5.                                   | 40   | 5.                              | 95   | 200                 |
| 120                                    | 5.                                   | 90   | 6.                              | 52   | 220                 |

В приведенной выше таблице первый столбец выражает фокусное расстояние оптического стекла в футах; второй столбец - диаметр отверстия <sup>20</sup> оптического стекла, третий столбец - фокусное расстояние оптического стекла и четвертый - увеличительную силу, которая определяется путем уменьшения футов в первом столбце до дюймов и деления на числа в третьем столбце. Из этой таблицы следует, что для получения 168-кратного увеличения с помощью телескопа такого типа необходимо иметь объективное стекло с фокусным расстоянием 70 футов и пятидюймовое стекло с фокусным расстоянием в пять дюймов, и что диаметр апертуры оптического стекла не должен превышать около 4½ дюймов. Для получения мощности в 220 раз требуется длина в 120 футов.

Ниже приводится краткое представление о свойствах этого телескопа. 1. Объект всегда перевернут. 2. Увеличительная сила всегда пропорциональна фокусному расстоянию предметного стекла по отношению к стеклу для глаз. 3. Поскольку лучи, выходящие из монокля, должны быть параллельны для каждого глаза, рядом с глазом имеется небольшая скользящая трубка, которую следует выдвигать наружу или внутрь до тех пор, пока объект не станет отчетливым. Когда объекты находятся довольно близко, эту трубку необходимо немного

выдвинуть. Эти обстоятельства требуют внимания во всех телескопах. 4. Видимая величина объекта одинакова, куда бы ни был направлен глаз, но видимая площадь, или поле зрения, является наибольшей, когда глаз находится почти на фокусном расстоянии монокла. 5. Угол обзора зависит от ширины бинокля; ибо он равен углу, который бинокль отводит от предметного стекла; но ширина бинокля не может быть увеличена сверх определенного предела без изменения цвета и искажения.

Если досконально разобраться в общих принципах, на которых построен этот телескоп, читателю будет довольно легко разобраться в конструкции всех других видов телескопов, как преломляющих, так и отражающих. Небольшой астрономический телескоп можно сконструировать за несколько минут, при условии, что у вас есть под рукой следующие объективы: -1. Обычное стекло для чтения с фокусным расстоянием восемь или десять дюймов; 2. Обычная увеличительная линза, которую используют часовщики или ботаники, с фокусом около  $1\frac{1}{2}$  или 2 дюймов. Держите бинокль для чтения - предположим, с десятидюймовым фокусным расстоянием — в левой руке напротив любого объекта, а увеличительную линзу с двухдюймовым фокусным расстоянием - в правой руке возле глаза, на расстоянии двенадцати дюймов друг от друга по прямой линии, и образуется телескоп с пятикратным увеличением. Я часто пользовался этим планом во время путешествий, когда под рукой не было другого телескопа.

### *РАЗДЕЛ. 3. ВОЗДУШНЫЙ ТЕЛЕСКОП.*

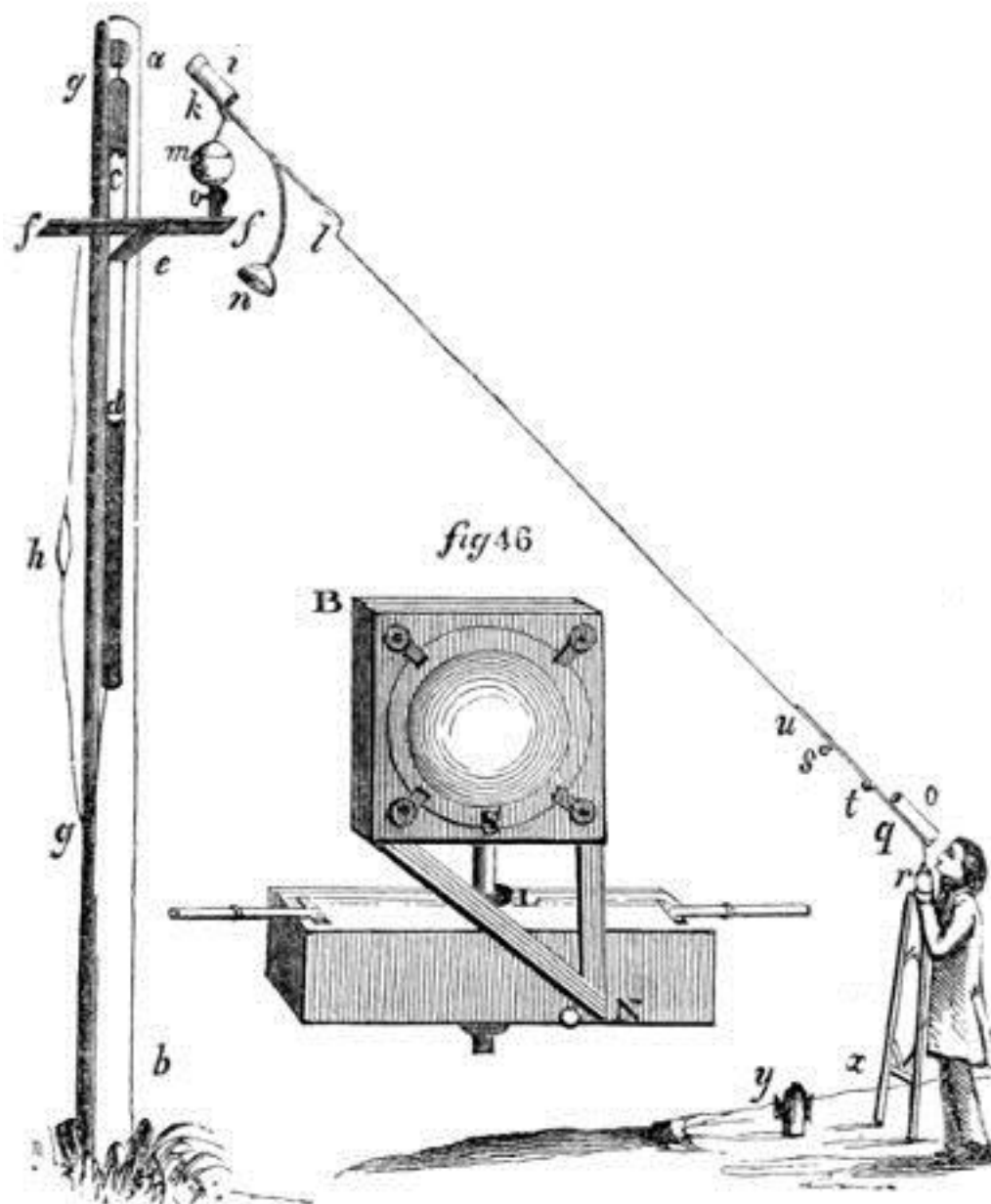
Антенна представляет собой телескоп-рефрактор того типа, который мы сейчас описали, предназначенный для использования без трубки темной ночью; поскольку трубка используется не только для наведения очков, но и для того, чтобы затемнить место, где формируются изображения. Из предыдущей таблицы, помещенной выше, следует, что мы не можем получить высокую увеличительную силу с помощью обычного астрономического телескопа, не сделав его чрезмерно длинным, и в этом случае стекла не помещаются в трубки, которые либо слишком тонкие и склонны к изгибу, либо слишком тяжелые и громоздкие, если сделаны из дерева, железа или других прочных материалов. Астрономы семнадцатого века, испытывая такие неудобства при проведении небесных наблюдений с помощью длинных трубок, изобрели метод использования очков без трубок. Хартсокер, выдающийся оптик, ухитрился закрепить их на верхушке дерева, высокой стене или крыше дома; но знаменитый Гюйгенс, который был не только астрономом, но и превосходным механиком, значительно усовершенствовал метод использования предметного стекла без трубки. Он поместил его на верхушку очень длинного шеста, предварительно заключив в короткую трубку, которая могла поворачиваться во все стороны с помощью шарика и гнезда. Осью этой трубки он мог управлять с помощью тонкой шелковой бечевки, чтобы привести ее в соответствие с осью другой короткой трубки, которую он держал в руке и в которой находилось глазное стекло. Ниже приводится более подробное описание одного из этих телескопов. На верхушке длинного шеста или мачты *ab* (рис. 45) закреплена доска, перемещаемая вверх и вниз в канале *cd*: *e* - прикрепленный к ней перпендикулярный рычаг, а *ff* - поперечная доска, поддерживающая предметное стекло, заключенное в трубу *i*, которая поднимается или опускается с помощью шелкового шнура *rl*; *gg* - бесконечная веревка с грузом *h*, с помощью которой уравнивается устройство предметного стекла. *kl* - палочка, прикрепленная к трубке *i*; *m* - шарик и гнездо, с помощью которых предметное стекло можно перемещать во всех направлениях: а для его устойчивости имеется грузик, *n* подвешенный на проволоке; *l* - короткая проволока, к которой привязана нить

*rl*; *o* - трубка, на которой держится глазное стекло; *q* - палочка, прикрепленная к этой трубке, *s* свинцовая пуля и *t* катушка для наматывания нити; *u* - это булавки, через которые проходит нить; *x* остальное, на что может опереться наблюдатель, и *u* фонарь. Рис. 46 представляет собой устройство, изобретенное г-ном де ла Хиром для управления предметным стеклом, но описывать его было бы слишком утомительно. Чтобы уберечь предметное стекло от попадания росы, его иногда помещали в картонную трубку, сделанную из губчатой бумаги, для поглощения влажности воздуха. А чтобы легче было найти предмет, на трубку, в которую помещался бинокль, надевали широкое кольцо из белого картона, на котором было нарисовано изображение предмета, и ассистент, заметивший его, мог направить трубку бинокля на место.

*рисунок 45.*

*рис. 46.*

figure 45.

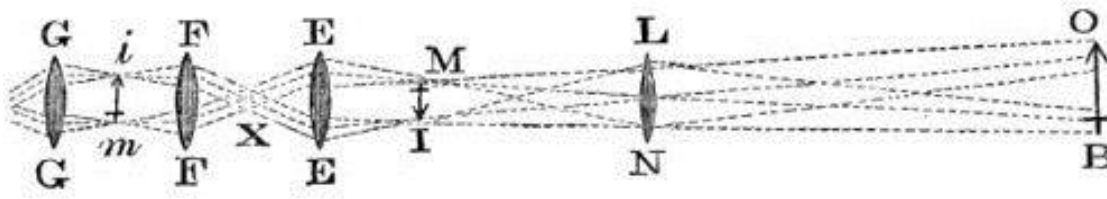


Такова была конструкция телескопов, с помощью которых Гевелий, Гюйгенс, Кассини и другие выдающиеся астрономы семнадцатого века совершили свои главные открытия. С помощью таких телескопов Гюйгенс открыл четвертый спутник Сатурна и определил, что эта планета окружена кольцом; и с помощью такого же прибора Кассини обнаружил первый, второй, третий и пятый спутники Сатурна и сделал другие свои открытия. Когда ночь была очень темной, они были вынуждены сделать предметное стекло видимым с помощью фонаря, сконструированного таким образом, чтобы отбрасывать на него лучи света в параллельном направлении. Проводя такие наблюдения, они, должно быть, прилагали невероятные усилия, переносили много холода и переутомления и подвергали себя очень большому труду и затратам — что почти заставляет нас удивляться открытиям, которые они способствовали появлению на свет, — и должно заставить современных философов осознать обязательства, которые они несут перед такими

людьми, как Ньютон и Доллонд, благодаря изобретениям которых такие громоздкие инструменты больше не нужны. Телескопы, соответствующие приведенному сейчас описанию, были изготовлены всех размеров, от 30 до более чем 120 футов в длину. Дивини в Риме и Кампани в Болонье были известны как производители объективов с большим фокусным расстоянием, о которых мы упоминали, которые продавали их по высокой цене и использовали все методы, чтобы сохранить искусство их изготовления в секрете. Именно с помощью телескопов, изготовленных Кампани, Кассини совершил свои открытия. Они были изготовлены по специальному заказу Людовика XIV и имели фокусное расстояние 86, 100 и 136 парижских футов. М. Озу изготовил один предметный бинокль с фокусом 600 футов; но он так и не смог с ним справиться, чтобы проводить с ним какие-либо практические наблюдения. Говорят, что Хартсокер добился еще большего фокусного расстояния. Знаменитый воздушный телескоп Гюйгенса имел фокусное расстояние 123 фута при апертуре шесть дюймов. После своей смерти он завещал ее Лондонскому королевскому обществу, во владении которого она находится до сих пор. Для этого требовался шест высотой более ста футов, на который можно было установить подзорную трубу для общих наблюдений. Именно с помощью этого стекла доктор Дерхэм сделал наблюдения, на которые он ссылается в своем предисловии к своей 'Астротеологии'. Когда это стекло находилось во владении мистера Кавендиша, его сравнили с одним из сорокашестидюймовых трехцветных предметных стекол мистера Доллона, и джентльмены, присутствовавшие на испытании, сказали, что 'карлик вполне соответствовал Великану'. Он увеличился в 218 раз, и, как говорили, управлять им было чрезвычайно утомительно и трудоемко.

#### РАЗДЕЛ. 4. ОБЫЧНЫЙ ТЕЛЕСКОП—РЕФРАКТОР ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ За ЗЕМНЫМИ ОБЪЕКТАМИ.

рисунки 47.



Этот телескоп сконструирован по тому же принципу, что и уже описанный астрономический телескоп, с добавлением двух или трех стекол. На рис. 47 *OB* представляет удаленный объект, *LN*, предметное стекло, которое формирует изображение *IM* в своем фокусе, которое, конечно, находится в перевернутом положении, и, если бы глаз был направлен на линзу *EE*, объект выглядел бы точно так же, как в астрономический телескоп, причем каждый объект, по-видимому, перевернут вверх ногами. Чтобы устранить это неудобство, добавлены два других стекла *FF* и *GG*, с помощью которых из первого формируется второе изображение в том же положении, что и объект. Чтобы добиться этого, первое из этих двух стекол, а именно *FF*, помещается на удвоенном фокусном расстоянии от первого стекла *EE*, а другая линза *GG*, следующая за глазом, помещается на том же расстоянии от *FF*. Предполагается, что все три стекла имеют одинаковое фокусное расстояние. Теперь линза *FF*, расположенная на удвоенном фокусном расстоянии для параллельных лучей от *EE*, принимает пучки параллельных лучей после того, как они пересекут друг друга в точке *X*, и формирует изображение на *im*, подобное изображению на *IM* и равное ему, но противоположное по положению и, следовательно, вертикальное; последнее изображение просматривается линзой *GG* таким же образом, как

первое изображение IM просматривалось бы линзой EE. В этом случае изображение IM рассматривается как объект, для объектива FF которого оно формирует изображение в фокусе, в положении, обратном положению первого изображения, и, конечно, в том же положении, что и объект.

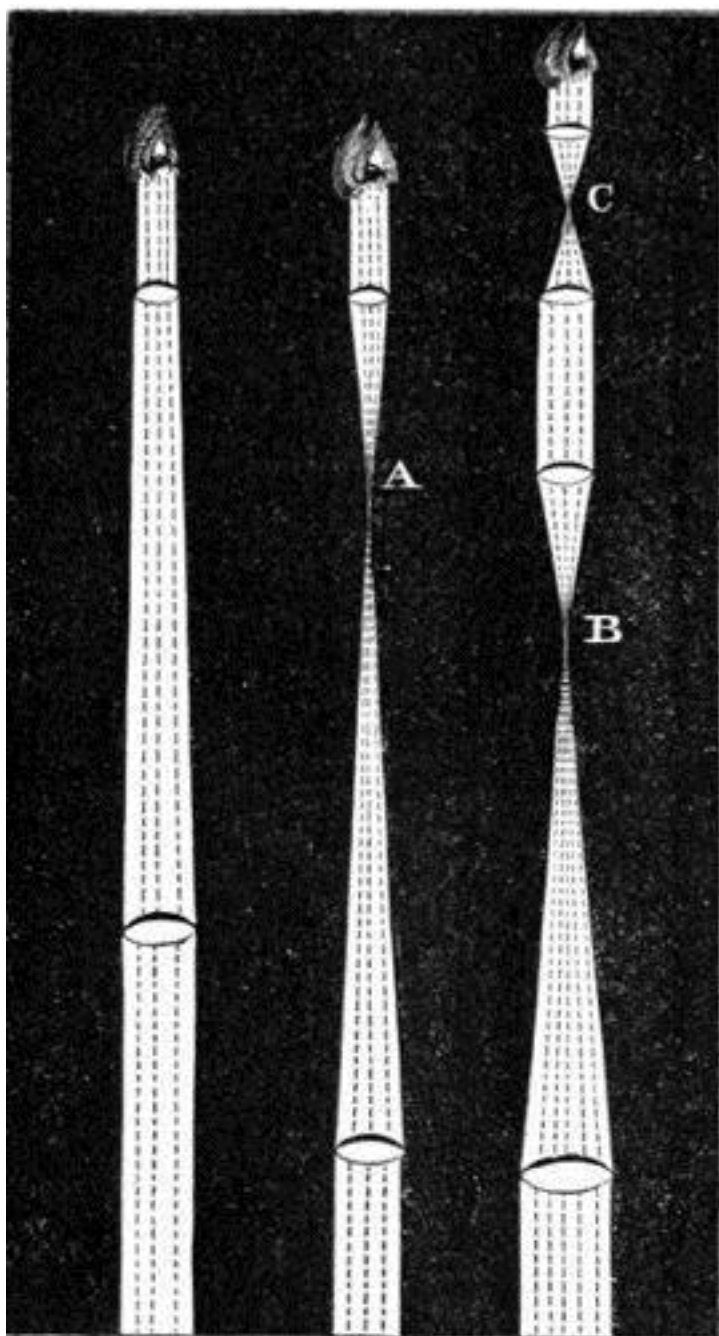
Увеличительная способность этого телескопа определяется точно так же, как и у астрономического телескопа. Предположим, что объективное стекло имеет фокусное расстояние тридцать дюймов, а каждое из оптических стекол - фокусное расстояние  $1\frac{1}{2}$  дюйма, увеличительная сила находится в соотношении 30 к  $1\frac{1}{2}$ , или в 20 раз, и инструмент, конечно, значительно длиннее астрономического телескопа той же мощности. Расстояние в этом случае между объективным стеклом и первым глазным стеклом EE составляет  $31\frac{1}{2}$  дюйма; расстояние между EE и вторым стеклом FF составляет 3 дюйма, а расстояние между FF и стеклом GG рядом с глазом - 3 дюйма; всего  $37\frac{1}{2}$  дюйма по всей длине телескопа. Хотя в этом телескопе обычно используются три бинокля, все же из-за двух объект будет казаться вертикальным и одинаковой величины. Ибо предположим, что средняя линза FF удалена, если первую линзу EE поместить на X, что вдвое больше ее фокусного расстояния от изображения IM, она будет на том же расстоянии X м, с другой стороны, формировать вторичное изображение *im*, равное первичному изображению IM, а также в противоположном положении. Но такая комбинация очков придает изображению большую цветопередачу и поэтому используется редко. Даже описанная сейчас комбинация, состоящая из трех линз с равными фокусными расстояниями, в настоящее время практически устарела и уступила место гораздо лучшей конструкции, состоящей из *четырех* стекол с разными фокусными расстояниями, которая будет описана позже.

Следующие рисунки 48, 49, 50 представляют способ, которым лучи света преломляются через стекла телескопов, которые мы только что описали. На рис. 48 показаны лучи света, проходящие от объекта к глазу в галилеевом телескопе. После прохождения в параллельном направлении к предметному стеклу они преломляются этим стеклом и претерпевают небольшое сближение при прохождении к вогнутому главному стеклу, где они входят в глаз в параллельном направлении, но изображение не формируется до их попадания в глаз, пока они не достигнут сетчатки. На рис. 49 изображены лучи, проходящие через стекла астрономического телескопа. Лучи, после попадания в объективное стекло, движутся в сходящемся направлении, пока не достигнут его фокуса, примерно A, где формируется изображение объекта; затем они движутся, расходясь, к окуляру, где они становятся параллельными, и входят в глаз в этом направлении. На рис. 50 показаны лучи, сходящиеся и расходящиеся при прохождении через четыре стекла обычного дневного телескопа, описанного выше. Пройдя через предметное стекло, они сходятся в направлении B, где формируется первое изображение. Затем они расходятся по направлению к первому стеклу для глаз, где они становятся параллельными; и, проходя через второе стекло для глаз, они снова сходятся и образуют второе изображение в точке C; из этой точки они снова расходятся и, проходя через первое стекло для глаз, входят в глаз в параллельном направлении. Если бы стекла этих телескопов были закреплены на длинных кусках дерева на надлежащем расстоянии друг от друга и помещены в затемненную комнату, когда светит солнце, луч солнечного света проходил бы через них таким же образом, как здесь показано.

рис. 48.

рис. 49.

рис. 50.



### *РАЗДЕЛ 5. ТЕЛЕСКОП, СОСТОЯЩИЙ ИЗ ОДНОЙ ЛИНЗЫ.*

Насколько я знаю, это разновидность телескопа, совершенно незамеченная авторами-оптиками; также свойство одной линзы увеличивать удаленные объекты обычно не рекламировалось и не признавалось. Поэтому, возможно, будет нецелесообразно изложить несколько экспериментов, которые я провел в связи с этим вопросом. Когда мы подносим к глазу очковое стекло с довольно большим фокусным расстоянием — скажем, от 20 до 24 дюймов — и направляем его на удаленные объекты, они не кажутся ощутимо увеличенными. Но если мы будем держать бинокль примерно в 12 или 16 дюймах от нашего глаза, мы почувствуем ощутимую степень увеличения, как если бы удаленные объекты были видны менее чем с



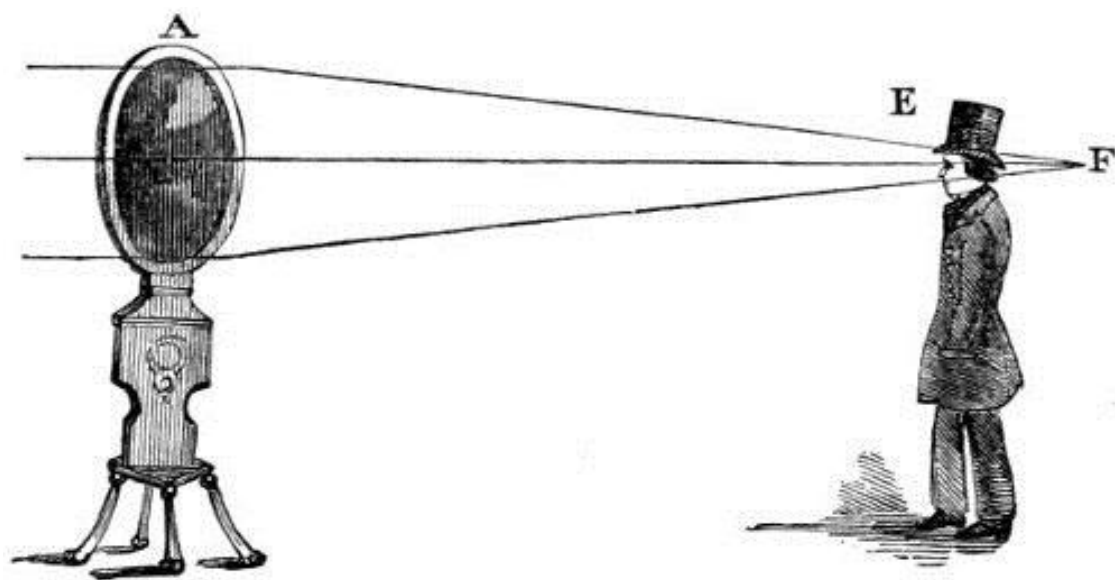
половины расстояния, на котором они расположены. Это свойство очкового стекла я случайно заметил, когда был мальчиком, и с тех пор неоднократно проводил эксперименты на эту тему, некоторые из которых я здесь расскажу.

Используя объективное стекло обычного телескопа-рефрактора с фокусным расстоянием  $4\frac{1}{2}$  фута и диаметром  $2\frac{1}{2}$  дюйма, я смотрел на удаленные объекты — мой глаз находился примерно в  $3\frac{1}{2}$  футах от объектива или примерно в 10 или 12 дюймах в пределах его фокуса — и это производило почти тот же эффект, что и телескоп, который увеличивает диаметры объектов в 5-6 раз. С другим объективом с фокусным расстоянием 11 футов и диаметром 4 дюйма, стоящим от него на расстоянии около 10 футов, я получаю увеличение примерно в 12 или 14 раз, что позволяет мне читать буквы на указателях деревни, расположенной в полумиле от меня. Некоторое время назад я приобрел очень большой объектив с фокусным расстоянием 26 футов и диаметром  $11\frac{1}{2}$  дюймов, я пробовал проводить с ним различные эксперименты такого рода на различных объектах. Стоя на расстоянии около 25 футов от него, я могу видеть удаленные объекты через него, увеличенные примерно в 26 раз в диаметре и, следовательно, в 676 раз по поверхности, и удивительно четкие, так что я могу различить часовую и минутную стрелки общественных часов в деревне, расположенной в двух милях от меня. Таким образом, этот единственный объектив соответствует назначению обычного телескопа с мощностью в 26 раз большей. При проведении таких экспериментов наш глаз всегда должен находиться в фокусе линзы, по крайней мере, на расстоянии 8 или 10 дюймов. Объект, действительно, будет виден на любом расстоянии от стекла в пределах этого предела; но сила увеличения уменьшается пропорционально тому, как мы приближаемся к стеклу. Разным глазам также потребуется находиться на разном расстоянии, чтобы получить наибольшую степень увеличения с четкостью изображения, в зависимости от того, дальнорезорки люди или близоруки.

Телескоп этого типа не нуждается в трубе, а только в небольшой подставке, на которой его можно установить на столе, почти на высоте глаза, и чтобы он мог двигаться в перпендикулярном или параллельном направлении, чтобы он находился на одной линии с глазом и объектом. Принцип, по которому в данном случае создается увеличительная мощность, по сути тот же, что и тот, от которого зависит производительность галилеева телескопа. Глаз наблюдателя служит вместо вогнутой линзы в этом приборе; и поскольку вогнутая линза находится в фокусе предметного стекла на столько, на сколько это равно ее собственному фокусному расстоянию, то глаз в этих экспериментах должен находиться по крайней мере на своем фокусном расстоянии в фокусе линзы, с которой мы экспериментируем; и увеличительная сила будет почти в пропорции фокусного расстояния линзы к фокусному расстоянию глаза. Если, например, фокусное расстояние глаза или расстояние, на котором мы видим для того, чтобы читать отчетливо, равно 10 дюймам, а фокусное расстояние объектива - 11 футам, то увеличительная сила будет равна 11 футам, или 132 дюймам к 10, то есть примерно в 13 раз. Пусть А (рис. 51.) представляет линзу, установленную на подставке; лучи света, проходящие через эту линзу от удаленных объектов, будут сходиться к фокусу в точке F. Затем, если человек поместит свой глаз на E, определенное расстояние в пределах фокусной точки, он увидит удаленные объекты, увеличенные почти пропорционально фокусному расстоянию линзы по отношению к фокусному расстоянию глаза; и когда линза очень широкая — например, упомянутая выше 26—футовая линза - два или три человека могут смотреть через нее одновременно, хотя все они не будут видеть один и тот же объект. Выше я упоминал объектив фирмы M. Azout с фокусным расстоянием 600 футов. Если бы можно было использовать такую линзу для наблюдения удаленных объектов, она могла бы отображать их увеличенными в 5 или

600 раз без применения какого-либо стекла для глаз. Таким образом, воздушный телескоп Гюйгенса увеличивал объекты более чем в 100 раз, что примерно вдвое меньше увеличительной мощности, которую он производил с помощью своего окуляра. Предположим, что объектив Азута был установлен как телескоп, он не увеличил бы изображение более чем в 480 раз, поскольку для этого потребовался бы бинокль с фокусным расстоянием 14 или 15 дюймов, тогда как без бинокля он увеличивал бы объекты значительно более чем в 500 раз. Не исключено, что разновидность телескопа, о которой я сейчас упомянул, представляла собой один из тех инструментов для увеличения удаленных объектов, которые, как говорили, были во владении определенных лиц задолго до их изобретения в Голландии и Галилеем в Италии — на которые я ссылался на стр. 182. Если бы телескоп такого типа применялся для наблюдения за небесными телами, его потребовалось бы установить на шест, как показано на рис. 45, стр. 226.

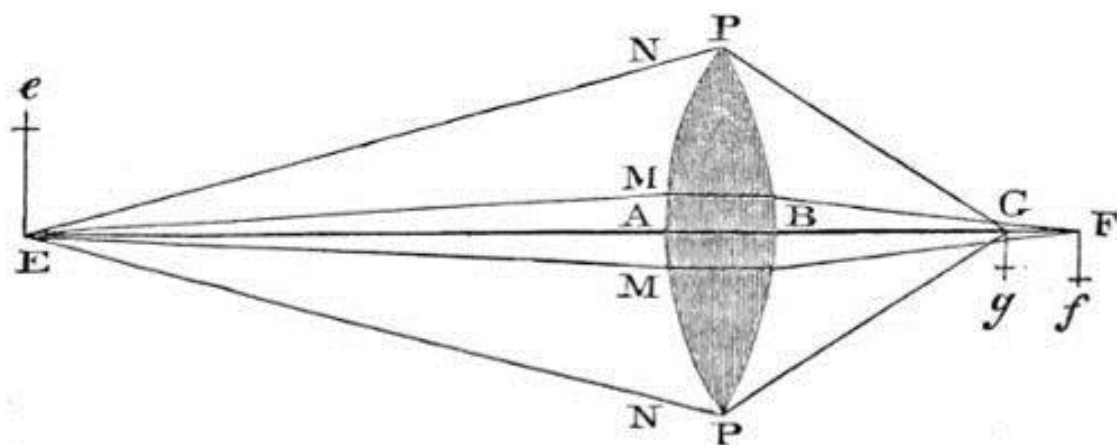
рисунок 51.



## РАЗДЕЛ 6. АХРОМАТИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП.

Этот телескоп представляет собой наиболее важное и полезное усовершенствование, когда-либо сделанное над телескопическими приборами; и, вероятно, вскоре он заменит использование всех других телескопов. Его важность и полезность сразу станут очевидны, если мы примем во внимание, что хороший ахроматический телескоп длиной всего 4 или 5 футов будет иметь такую же увеличительную силу, как у обычного астрономического телескопа длиной 100 футов, и даже с большей степенью четкости, так что в настоящее время они широко используются как для наземных, так и для небесных наблюдений. Действительно, существуют определенные препятствия, которые препятствуют их изготовлению очень большого размера; но благодаря усовершенствованию производства ахроматического стекла, которое в настоящее время продвигается вперед, можно надеяться, что трудности, которые до сих пор препятствовали прогрессу оптиков, скоро будут устранены. Чтобы понять природу этого телескопа, необходимо будет немного остановиться на *несовершенствах*, связанных с обычными телескопами-рефракторами.

рисунок 52.



Первое несовершенство, на которое я ссылаюсь, заключается в том, что *сферические поверхности не преломляют лучи света точно в точку*; и, следовательно, изображение, формируемое одной выпуклой линзой, не является идеально точным и отчетливым. Лучи, которые проходят вблизи краев такой линзы, встречаются в фокусах ближе к линзе, чем те, которые проходят почти через центр, что может быть проиллюстрировано следующим рисунком. Пусть PP (рис. 52) - выпуклая линза, а Ee - объект, точка E которого соответствует оси и испускает лучи EM, EN, EA и с., Все из которых достигают поверхности стекла, но в разных частях. Очевидно, что луч EA, проходящий через середину стекла, не испытывает преломления. Аналогично, лучи EM, EN, которые проходят вблизи EA, будут сходиться к фокусу в точке F, который мы обычно рассматриваем как фокус линзы. Но лучи EN, EN, которые находятся ближе к краю стекла, будут преломляться по-разному и встретятся около G, ближе к линзе, где они сформируют другое изображение g. Следовательно, очевидно, что первое изображение Fобразуется только объединением тех лучей, которые проходят очень близко к центру линзы; но поскольку лучей света, исходящих из каждой точки объекта, очень много, образуется последовательность изображений в соответствии с частями линзы, куда они проникают, что неизбежно приводит к нечеткости и путанице. Это несовершенство, которое обозначается как *сферическая аберрация*, или ошибка, возникающая из-за сферической формы линз.

Вторым и наиболее важным недостатком одиночных линз, используемых для объективных стекол телескопов, является то, что лучи сложного света, по-разному преломляемые, попадают в соответствующие фокусы на разном расстоянии от стекла; более преломляемые лучи, такие как *фиолетовый*, сходятся быстрее, чем менее преломляемые, такие как *красный*. У меня была возможность проиллюстрировать это обстоятельство, рассматривая цвета, создаваемые призмой (см. стр. 128 и рисунки 32 и 33), и это подтверждается экспериментом с бумагой, окрашенной в красный цвет, отбрасывающей свое изображение с помощью линзы на большее расстояние, чем другая бумага, окрашенная в синий цвет. Из таких фактов и экспериментов следует, что изображение белого объекта состоит из неопределенного числа цветных изображений, причем фиолетовое находится ближе всего, а красное дальше всего от объектива, и изображений промежуточных цветов на промежуточных расстояниях. Следовательно, совокупность, или само изображение, должно быть в некоторой степени перепутано; и поскольку эта путаница значительно увеличивается из-за увеличительной способности, оказывается необходимым использовать для данного предметного стекла глазное стекло определенной ограниченной выпуклости. Таким образом, объективное стекло с фокусным расстоянием 34 дюйма будет иметь монокуляр с фокусом всего 1 дюйм и увеличит

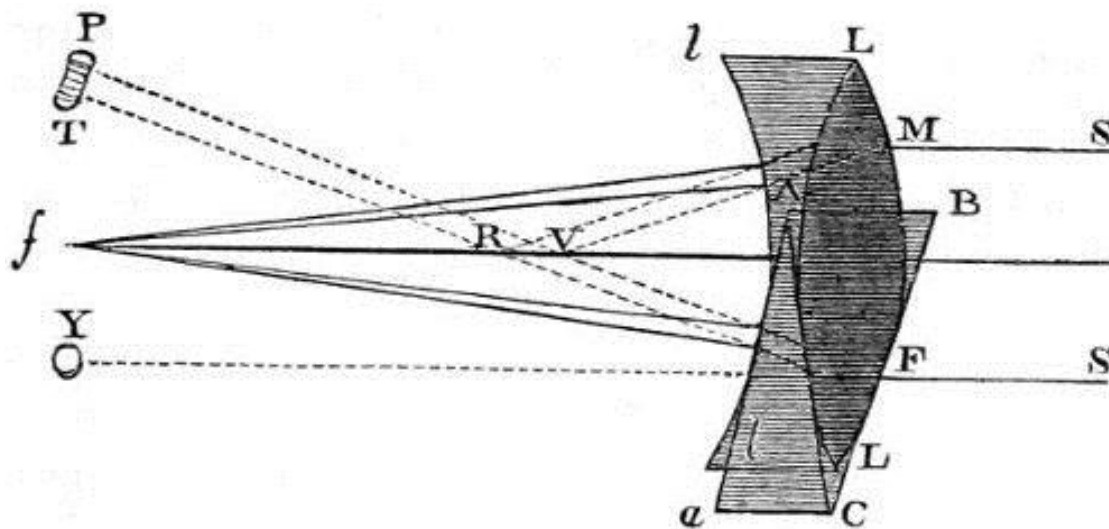
диаметры объектов в 34 раза; для объектива с фокусным расстоянием 50 футов потребуется монокуляр с фокусом  $4\frac{1}{2}$  дюйма, и он увеличит только в 142 раза; тогда как, если бы мы могли применить к нему монокуляр с фокусом всего 1 дюйм, как в первом случае, оно увеличило бы не менее чем в 600 раз. И если бы мы сконструировали объектив с фокусным расстоянием 100 футов, нам потребовалось бы применить бинокль с фокусным расстоянием не менее 6 дюймов, который давал бы мощность примерно в 200 раз больше; так что нет возможности получить большую мощность с помощью отдельных линз, не удлинняя телескоп на чрезмерную длину.

Сэр Исаак Ньютон, после того как сделал свои открытия относительно цветов света, счел указанное нами обстоятельство непреодолимым препятствием на пути совершенствования телескопов-рефракторов; и поэтому обратил свое внимание на усовершенствование телескопов за счет *отражения*. В телескопах, которые он сконструировал и частично изобрел, изображения объектов формируются за счет отражения от зеркал; и, будучи свободными от неравномерной конвергенции разноцветных лучей света, допускают гораздо большую апертуру и применение гораздо большей степени увеличительной силы. Отражатель, который сконструировал Ньютон, был всего 6 дюймов в длину, но он был способен выдерживать мощность, равную мощности 6-футового рефрактора. Однако прошло немало времени после изобретения этих телескопов, прежде чем они были изготовлены в размерах, пригодных для проведения небесных наблюдений. После того, как телескопы-рефлекторы некоторое время использовались, Доллонд сделал свое знаменитое открытие принципа, который привел его к созданию *ахроматического* телескопа. Это изобретение состоит из составного предметного стекла, изготовленного из двух различных видов стекла, с помощью которого в значительной степени исправляются как сферическая аберрация, так и ошибки, возникающие из-за различной преломляемости лучей света. Для объяснения природы этого составного предметного стекла и производимых им эффектов, возможно, будет целесообразно предложить следующие замечания относительно рассеивания света и его преломления различными веществами.

The *Дисперсия* света оценивается по переменному углу, образованному красными и фиолетовыми лучами, которые ограничивают солнечный спектр; или, скорее, это превышение преломления наиболее преломляемого луча над преломлением наименее преломляемого луча. Дисперсия не пропорциональна преломлению, то есть вещества, обладающие равным средним преломлением, не *рассеивают* свет в одинаковом соотношении. Например, если мы изготовим призму из стеклянных пластин и наполним ее маслом кассии иотрегулируем угол ее преломления ACB (рис. 31, стр. 127) так, чтобы середина спектра, который она образует, приходилась точно на то же место, куда падали бы зеленые лучи спектра, образованного стеклянной призмой, — тогда мы обнаружим, что спектр, образованный призмой с *маслом кассии*, будет в два или три раза *длиннее*, чем у *стеклянной* призмы. Поэтому говорят, что масло кассии *рассеивает* лучи света сильнее, чем стекло, то есть разделяет крайние красные и фиолетовые лучи при О и Р сильнее, чем средний луч при *зеленом*, и обладает большей *рассеивающей способностью*. Сэр И. Ньютон, по-видимому, использовал призмы, состоящие из различных веществ, но, как ни странно, он никогда не наблюдал, чтобы они образовывали спектры разной длины при одинаковом преломлении зеленого луча; но думал, что дисперсия пропорциональна преломлению. Эта ошибка продолжала долгое время игнорироваться философами и стала причиной задержки изобретения ахроматического телескопа более чем на 50 лет.

Доллонд был одним из первых, кто обнаружил эту ошибку. Из его экспериментов явствует, что различные виды стекла чрезвычайно различаются в отношении расхождения цветов, получаемых при одинаковом преломлении. Он обнаружил, что две призмы, одна из белого кремневого стекла, угол преломления которой составлял около 25 градусов, а другая из корончатого стекла, угол преломления которого составлял около 29 градусов, преломляли луч света почти одинаково; но расхождение цветов в белом кремне было значительно больше, чем в корончатом стекле; так что, когда их прикладывали вместе, преломляя противоположными способами, и луч света проходил через них, хотя исходящая часть оставалась параллельной падающей части, он, несмотря на это, разделялся на составляющие цвета. Из этого он сделал вывод, что для придания выходящему лучу белого цвета необходимо, чтобы угол преломления призмы из корончатого стекла был *увеличен*, и путем повторных экспериментов он определил точную величину. С помощью этих средств он получил теорию, в которой преломление осуществлялось без какого-либо деления или расхождения цветов; и таким образом был подготовлен путь для применения установленного им принципа к конструкции объективных стекол телескопов-рефракторов. Ибо края выпуклой и вогнутой линзы, когда они соприкасаются друг с другом, можно рассматривать как две призмы, которые преломляют в противоположных направлениях; и если избыток преломления в одной из них будет таким, что точно уничтожит расхождение цветов в другой, то будет сформировано бесцветное изображение. Таким образом, если две линзы сделаны с одинаковым фокусным расстоянием, одна из кремневого стекла, а другая из корончатого, длина или диаметр цветного изображения в первой будет соответствовать длине или диаметру цветного изображения, создаваемого корончатым стеклом, примерно как 3 к 2. Теперь, если мы установим фокусные расстояния линз в такой пропорции, то есть как 3 к 2, цветовой спектр, создаваемый каждой из них, будет равным. Но если кремневая линза вогнутая, а коронка выпуклая — при соприкосновении — они будут взаимно корректировать друг друга, и луч белого света, преломленный составной линзой, останется бесцветным.

рисунок 53.

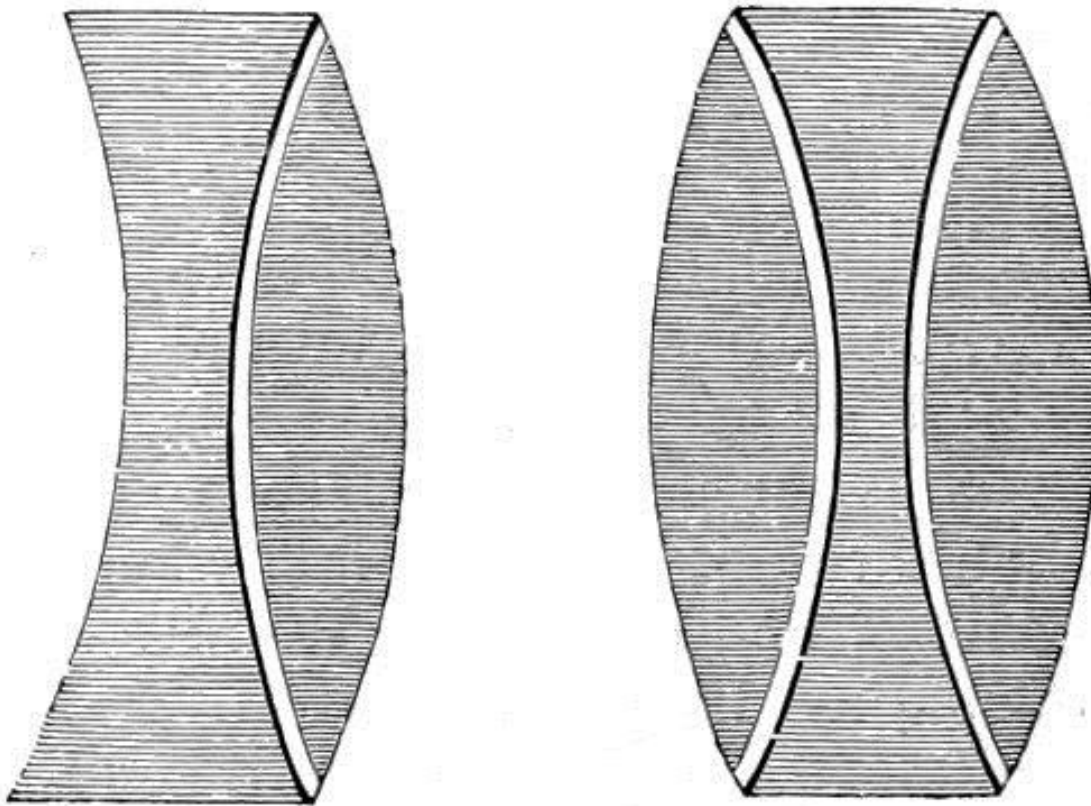


Возможно, следующий рисунок может проиллюстрировать то, что сейчас было сказано. Пусть LL (рис. 53.) представляет собой выпуклую линзу из *корончатого стекла*, а ll - вогнутую линзу из *кремневого стекла*. Луч солнца S падает в точке F на выпуклую линзу, которая будет

преломлять его точно так же, как призма ABC, грани которой соприкасаются с двумя поверхностями линзы в точках, где луч входит в нее и выходит из нее. Солнечный луч SF, преломленный таким образом линзой LL или призмой ABC, образовал бы спектр PT на стене, если бы не было другой линзы, фиолетовый луч F пересекал ось линзы в точке V и направлялся к верхнему концу P спектра; и красный луч FR направлялся к нижнему концу T. Но поскольку линза из кремневого стекла *или* призма AaC, которая принимает лучи FV, FR в одних и тех же точках, вставлена между ними, эти лучи будут объединены в точке *f* и образуют небольшой круг белого света; луч SF солнца теперь преломляется бесцветно из своего первоначального направления в *новое направление Ff*. Аналогичным образом соответствующий луч SM будет преломляться *vf*, и две линзы сформируют белое и бесцветное изображение солнца. В этой комбинации линз очевидно, что сферическая абберрация кремневой линзы в значительной степени корректирует сферическую абберрацию корончатого стекла, и при надлежащей регулировке радиусов поверхностей ее можно почти полностью устранить. Эта ошибка еще более полно исправлена *в тройном* ахроматическом предметном стекле, которое состоит из трех линз — вогнутой кремневой линзы, помещенной между выпуклостями корончатого стекла. На рис. 54 показана *двойная* ахроматическая линза, а на рис. 55 - *тройное* объективное стекло, поскольку они установлены в своих ячейках и размещены на объективном конце телескопа. Вследствие того, что они создают бесцветное фокальное изображение, они будут иметь гораздо большую диафрагму и гораздо большую увеличительную силу, чем обычные телескопы-рефракторы той же длины. В то время как обычный телескоп, объективное стекло которого находится на фокусном расстоянии 3½ фута, будет иметь апертуру всего в 1 дюйм, ахроматический 3½ фута будет иметь апертуру в ¾ дюйма и, следовательно, пропускает в 10½ раза больше света. В то время как один из них может увеличивать изображение всего примерно в 36 раз, другой будет увеличивать изображение небесных объектов более чем в 200 раз.

рисунок 54.

рисунок 55.



Теория ахроматического телескопа несколько сложна и заузна и потребовала бы более продолжительного исследования, чем позволяют мои возможности. Но то, что уже было изложено, может послужить для того, чтобы дать читателю общее представление *опринципе*, на котором он построен, а это все, что я имел в виду. Термин "*ахроматический*", которым сейчас различают такие инструменты, был впервые дан им доктором Бевисом. Он составлен из двух греческих слов, которые означают 'бесцветный'. И если бы даже философы не были полностью свободны от того педантизма, который побуждает нас подбирать греческие слова, непонятные основной массе человечества, они могли бы довольствоваться простым английским словом "*бесцветный*", которое столь же многозначительно и выразительно, как и греческое "*ахроматический*"..... *Корончатое стекло*, из которого сделаны выпуклые линзы этого телескопа, такое же, как хорошее обычное оконное стекло; а *кремневое стекло* - это разновидность стекла, из которого изготавливают бокалы для вина, бокалы, графины и подобные изделия, и иногда его называют хрустальным. Некоторые оптики иногда изготавливали вогнутую линзу из ахроматического предметного стекла со дна разбитого бокала.

Этот телескоп был изобретен и сконструирован мистером Джоном Доллондом примерно в 1758 году. Когда он начал свои исследования в этой области, он был ткачом шелка в Спиталфилдсе, Лондон. Попытка знаменитого Эйлера создать бесцветный телескоп, поместив воду между двумя менисковыми стеклами, привлекла его внимание, и в 1753 году он направил мистеру Шорту, оптику, письмо, опубликованное в лондонском Philosophical Transactions, 'касающееся ошибки в теореме Эйлера об исправлении аберраций в предметных стеклах телескопов-рефракторов'. После множества экспериментов по преломляющей и рассеивающей способности различных веществ он, наконец, сконструировал телескоп, в котором точный

баланс противоположных рассеивающих способностей линз crown и flint приводил к исчезновению цветов, в то время как преобладающее преломление линзы crown располагало ахроматические лучи так, чтобы они встречались в удаленном фокусе. Однако при изготовлении таких предметных очков ему пришлось столкнуться с рядом трудностей. Во-первых, фокусное расстояние, а также конкретные поверхности должны быть очень точно пропорциональны плотности или преломляющей способности стекол, которые очень часто различаются у одного и того же вида стекла, изготовленного в разное время. Во-вторых, центры двух стекол должны быть точно расположены на общей оси телескопа, в противном случае желаемый эффект будет в значительной степени нарушен. К этим трудностям следует добавить, что четыре поверхности (даже в стеклах с двойным ахроматическим стеклом) должны быть выполнены идеально сферическими; и каждый человек, имеющий опыт оптических операций, согласится, что на протяжении всей работы должна соблюдаться высочайшая точность. Но эти и другие трудности были в конце концов преодолены благодаря рассудительности и настойчивости этого гениального художника.

Однако, похоже, что Доллон был не единственным человеком, которому принадлежит заслуга сделать это открытие — частный джентльмен мистер Чест из Чест-холла за значительное количество лет до этого сделал аналогичное открытие и применил его для той же цели. Этот факт был установлен в ходе процесса, возбужденного против Доллонда по иску Уоткинса, оптика из Чаринг-Кросс, при подаче заявки на патент. Но поскольку другой джентльмен держал свое изобретение в секрете, а Доллонд обнародовал его на благо общественности, решение было вынесено в его пользу. Не было никаких доказательств того, что Доллонд позаимствовал идею у своего конкурента, и оба в определенной степени имели право на достоинства изобретения.

Одним из самых больших препятствий на пути создания больших ахроматических телескопов является трудность получения больших дисков из кремневого стекла с равномерной плотностью преломления, хорошего цвета и без прожилок. Говорят, что, к счастью для мистера Доллона, этот вид стекла был доступен, когда он начал изготавливать ахроматические телескопы, хотя с тех пор изобретательные химики предпринимали попытки изготовить его без особого успеха. Также говорится, что стекло, использовавшееся Доллоном при изготовлении его лучших телескопов, было той же плавки или изготовлено в то же время, и что, за исключением этого особого сокровища, случайно полученного хорошего плотного стекла для ахроматических целей, всегда было так же трудно достать, как и сейчас. Дисперсия кремневого стекла также настолько изменчива, что при формировании ахроматической линзы необходимо провести испытания на каждом образце, прежде чем можно будет установить абсолютную пропорциональную дисперсию веществ. Во многом именно из-за этих обстоятельств большой и хороший ахроматический телескоп может быть приобретен только по очень высокой цене. Мистер Талли из Ислингтона — который давно известен как производитель превосходных ахроматических инструментов, около шести лет назад показал мне грубый кусок кремневого стекла диаметром около пяти дюймов, предназначенный для вогнутой линзы ахроматического предметного стекла, за который он заплатил восемь гиней. Это было до того, как кусок стекла был либо фигурным, либо отполированным, и, следовательно, ему все еще предстояло выполнить тонкую операцию придания формы, полировки и подгонки этой вогнутой формы к выпуклым линзам, с которыми он должен был сочетаться; и во время процесса в кремневом стекле могли быть обнаружены некоторые прожилки или неровности, которые тогда не проявлялись. За несколько лет до этого он закупил на континенте стеклянный диск диаметром



около семи-восьми дюймов, за который заплатил около тридцати гиней, и с помощью которого для Лондонского астрономического общества был сконструирован превосходный телескоп с фокусным расстоянием двенадцать футов. Поэтому очевидно, что большие ахроматические телескопы должны стоить довольно дорого.

Чтобы побудить изобретательных химиков и оптиков проводить эксперименты в этой области, Совет долготы более полувека назад предложил значительную награду за доведение искусства изготовления хорошего кремневого стекла для оптических целей до требуемого совершенства. Но при попытке усовершенствовать систему такого рода возникают значительные трудности, поскольку все эксперименты должны проводиться в очень больших масштабах и обязательно сопровождаться большими затратами. И хотя правительство было чрезвычайно либеральным в выделении денег на военные цели и в назначении пенсий тем, кто в них не нуждался, оно до сих пор препятствовало таким экспериментам из-за высокой акцизной пошлины, которая строго взималась независимо от того, производилось стекло в товарные изделия или нет; и, таким образом, сыграло важную роль в замедлении прогресса усовершенствования и открытий. По-видимому, эксперименты такого рода имели больший успех во Франции, Германии и других местах на континенте, чем в Великобритании; поскольку в этих странах было сконструировано несколько очень больших ахроматических телескопов с использованием кремневого стекла, которое отливалось для этой цели на различных мануфактурах и которому британские художники были в большом долгу; поскольку лондонские оптики часто покупают свои самые большие диски из кремневого стекла у парижских агентов. Гино, континентальный экспериментатор, который изначально был столяром-краснодеревщиком, по-видимому, увенчал свои труды в этой области искусства большим успехом. На его эксперименты ушло много лет, и он слишком часто, несмотря на все свое внимание, обнаруживал, что его металл испорчен полосами, пятнами или зернами с кометными хвостами. Он сконструировал печь, способную плавить два *киловатта* стекла в одной массе, которую он распилил вертикально и отполировал одну из секций, чтобы наблюдать за тем, что происходило во время плавления. Время от времени, когда он получал блоки, в том числе куски хорошего стекла, его практикой было разделять их, распиливая блоки на горизонтальные секции или перпендикулярно их осям. Удачная случайность привела его к усовершенствованию процесса. Однажды, когда его люди несли кусок этого стекла на ручной тележке к лесопилке, которую он построил у водопада Ду, масса выскользнула из рук несущих и, скатившись к подножию крутого каменистого склона, разбилась на куски. Гино отобрал те фрагменты, которые казались идеально однородными, размягчил их в круглых формах таким образом, что при охлаждении получались диски, которые впоследствии были пригодны для обработки. Он придерживался этого метода и изобрел способ очищать стекло во время охлаждения, так что трещины должны были образовываться в самых неисправных частях. Когда в больших массах появлялись дефекты, их устраняли, раскалывая куски клиньями; затем их снова выплавляли в формах, которые придавали им форму дисков. Лондонское астрономическое общество проверило диски, изготовленные Гино, и нашло их полностью однородными и без дефектов. Из кремневого стекла этого гениального художника были сконструированы одни из самых больших ахроматических телескопов на континенте. Но прошло более двадцати лет с тех пор, как этот экспериментатор покинул эту земную сцену, и неясно, будет ли его процесс по-прежнему продолжаться с таким же успехом.

## *Сообщения о некоторых крупных ахроматических телескопах на Континенте и в Великобритании.*

1. *Дерптский телескоп.*— Это один из крупнейших и самых дорогих телескопов-рефракторов, когда-либо созданных. Он был изготовлен знаменитым Фраунгофером из Мюнхена для обсерватории Императорского университета в Дерпте и был принят в обсерваторию профессором Струве в 1825 году. Апертура объективного стекла этого телескопа составляет  $9\frac{1}{2}$  английских дюйма, а его солнечное фокусное расстояние около четырнадцати футов, при этом основная труба составляет тринадцать французских футов, не считая трубки, в которой находятся окуляры. Наименьшая из четырех увеличительных способностей, которыми он обладает, равна 175, а наибольшая - 700, что, как говорят, при благоприятной погоде позволяет представить объект с предельной точностью. 'Этот инструмент, ' говорит Струве, - был продан нам тайным советником фон Утцшнайдером, главой оптического учреждения в Мюнхене, за 10 500 флоринов (около 950 фунтов стерлингов), цена, которая покрывает только расходы, понесенные учреждением при его изготовлении'. Оправа подставки этого телескопа сделана из дуба, инкрустированного декоративными кусочками красного дерева, а трубка покрыта шпоном из красного дерева и тщательно отполирована. Весь вес телескопа и его противовесов удерживается в одной точке, в общем центре тяжести всех его частей; и хотя они весят 3000 российских фунтов, тем не менее, нам сказали, что этот огромный телескоп можно поворачивать в любом направлении к небесам с большей легкостью и уверенностью, чем любой другой, который до сих пор использовался. Когда объективный конец телескопа поднят в зенит, он находится на высоте шестнадцати футов четырех дюймов по парижской мерке над полом, а его глазной конец в этом положении имеет высоту два фута девять дюймов. Этот инструмент установлен на экваториальной подставке, и часовой механизм перемещен по экваториальной оси, что придает ему плавное и регулярное звездное движение, которое, как говорят, удерживает звезду точно в центре поля зрения и создает видимость состояния покоя в звездных областях, движение которых может быть солнечным или даже лунным, если немного изменить положение стрелки, которая размещена в качестве указателя на циферблате. Профессор Струве считает, что оптическая мощность этого телескопа превосходит оптическую мощность двадцатипятифутового рефлектора Шретера, поскольку он наблюдал  $\sigma$  Ориона с пятнадцатью спутниками, хотя Шретер наблюдал только двенадцать, которых он мог точно сосчитать. Более того, он, кажется, склонен соперничать с сорокафутовым отражателем покойного сэра У. Гершеля. *Искатель* этого телескопа имеет фокусное расстояние 30 французских дюймов и диафрагму 2-42.

2. *Телескоп сэра Джеймса Саута.* Примерно в 1829 году сэр Дж. Саут, президент Лондонского астрономического общества, приобрел у месье Кошуа из Парижа ахроматическое объективное стекло диаметром  $11\frac{2}{10}$  дюймов с четкой диафрагмой и фокусным расстоянием 19 футов. Кремневое стекло, использованное при его изготовлении, было изготовлено покойным Гиньо ле Пере и было признано абсолютно совершенным. Первое наблюдение было сделано с помощью этого телескопа во время временной стоянки 13 февраля 1830 года, когда сэр Дж. Гершель открыл с его помощью *шестую* звезду в трапецевидной системе в туманности Ориона, яркость которой составляла примерно треть от яркости пятой звезды, открытой Струве, которая видна так же отчетливо, как спутник Полярной Звезды в пяти футах ахроматической. Сэр Джеймс сообщает следующее об игре на этом инструменте утром 14 мая 1830 года. "В половине третьего поместил 20-футовую ахроматику на *Georgium Sidus*, увидел ее с силой 346, прекрасный планетный диск; ни малейшего подозрения на какое-либо кольцо, ни

перпендикулярное, ни горизонтальное; но планета в трех часах к востоку от меридиана, а луна в пределах трех градусов от планеты'. Без четверти три просматривался *Юпитер* с номерами 252 и 346, буквально покрытый поясами, и диаметры его спутников можно было измерить так же легко, как и его самого. Один исходил из-за тела, и контраст цвета с окраской конечности планеты был поразительным. В три часа дня просматривался *Марс*. Контраст света в непосредственной близости от полюсов очень сильный. Несколько пятен на его теле хорошо и сильно обозначены — то, что находится около южного полюса, кажется, обгоняет тело планеты и придает вид, мало чем отличающийся от того, который дает новая луна, широко известная как 'старая луна в объятиях новой луны'. *Сатурн* неоднократно наблюдался со степенями от 130 до 928 при наиболее благоприятных обстоятельствах; но ничего аномального в этой планете или ее кольце нельзя было даже заподозрить. Этот телескоп установлен на экваториальной подставке в обсерватории сэра Дж. Саута в Кенсингтоне.

3. *Телескоп капитана Смита в его частной обсерватории в Бедфорде.*—Этот ахроматический телескоп с фокусным расстоянием  $8\frac{1}{2}$  футов и четкой апертурой  $5\frac{9}{10}$  дюймов был изготовлен покойным мистером Талли-старшим с диска, купленного сэром Джеймсом Саутом в Париже. Капитан Смит считает его лучшим образцом мастерства этого выдающегося оптика, и, как говорят, он будет иметь четкое увеличение в 1200 раз. Его отчетливость подтверждается четким видением неясных туманностей и спутников Полярной Звезды, Ригеля,  $\alpha$  Лиры и мельчайших двойных звезд — лунных гор, впадин и теней при любой мощности — светлых полярных областей Марса — четкости двойного кольца Сатурна — выпуклого аспекта Венеры - теней от спутников Юпитера на его теле и великолепного контраста цветов  $\alpha$  Геркулеса,  $\gamma$  Андромеды и других великолепных двойных звезд.

*Другие крупные ахроматические объекты.*—Помимо вышеперечисленных, можно упомянуть следующие, принадлежащие общественным обсерваториям и частным лицам. В Королевской обсерватории в Гринвиче есть ахроматический объектив с фокусным расстоянием 10 футов, имеющий двойное объективное стекло диаметром 5 дюймов, изготовленное мистером Питером Доллондом и единственное такого размера, которое он когда-либо сконструировал. Существует также 46-дюймовый ахроматический прибор с тройным объективным стеклом с апертурой  $3\frac{1}{2}$  дюйма, который, как говорят, является самым совершенным инструментом подобного рода, когда-либо производившимся. Это был любимый инструмент доктора Маскелайна, покойного королевского астронома, у которого в обсерватории была оборудована небольшая комната для этого телескопа. Обсерватория, несколько лет назад возведенная недалеко от Кембриджа, является, пожалуй, самым великолепным сооружением подобного рода в Великобритании. Он оснащен несколькими очень большими ахроматическими телескопами экваториального типа, но ахроматический телескоп, недавно подаренный ему герцогом Нортумберлендским, несомненно, является самым большим инструментом подобного рода, который можно найти в этой стране. Говорят, что объективное стекло имеет фокусное расстояние 25 футов и соответствующий диаметр, но поскольку на момент моего посещения этой обсерватории, почти шесть лет назад, доступа к этому прибору не было, я не могу дать его конкретного описания. В Королевской обсерватории в Париже, которую я посетил в 1837 году, я заметил среди других инструментов два очень больших ахроматических телескопа, длина которых, по моим приблизительным оценкам, составляла от 15 до 18 футов, а диаметр отверстия на конце объекта - от 12 до 15 дюймов. Это были самые крупные ахроматические объекты, которые я когда-либо видел; но в то время я не мог найти ни одного человека в обсерватории, который мог бы дать мне какую-либо информацию об их истории, или об их точных размерах, или о силе увеличения.<sup>21</sup>

Преподобный доктор Пирсон, казначей Лондонского астрономического общества, владеет упомянутым ранее телескопом, изготовленным мистером Талли, с фокусным расстоянием двенадцать футов и апертурой семь дюймов, который, как говорят, является очень хорошим. Маленькая звезда, которая сопровождает полярную звезду, с мощностью 100, видна в этот телескоп так же отчетливо и устойчиво, как один из спутников Юпитера. С помощью единственного объектива с фокусным расстоянием 6 дюймов, который давал мощность в 24 раза, согласно показаниям наблюдателя, который заметил это, маленькая звезда выглядела так, как она выглядит при ахроматической диафрагме в 3 дюйма, что демонстрирует великолепный эффект мощности освещения в таких приборах. Мистер Лоусон, прилежный астрономический наблюдатель из Херефорда, владеет прекраснейшим ахроматическим телескопом с апертурой около 7 дюймов и фокусным расстоянием 12 футов, изготовленным одним из Доллонов, который считал его своим *главным произведением*. Говорят, что он обладает мощностью до 1100 или 1400 ВТ; и был оснащен механизмом, изобретенным самим мистером Лоусоном, таким образом, чтобы быть совершенно легким и управляемым для наблюдателя, и который демонстрирует изобретательский талант этого джентльмена. Говорят, что в нескольких своих наблюдениях с помощью этого прибора он имел представление о некоторых из наиболее мелких подразделений кольца Сатурна. Очень превосходный ахроматический телескоп был установлен несколько лет назад моим достойным другом Уильямом Бриджесом, эсквайром, Блэкхит. Его объективное стекло имеет диаметр  $5\frac{1}{2}$  дюйма и фокусное расстояние около  $5\frac{1}{2}$  футов. Он установлен на экваториальном оборудовании и помещен в круглую обсерваторию, которая вращается от легкого прикосновения руки. Предметное стекло этого прибора стоит около 200 гиней, экваториальный механизм, на котором он установлен, стоит 150 гиней, а круглая обсерватория, в которой он установлен, - около 100 гиней; всего 450 гиней. Его мощность варьируется от 50 до 300 раз.<sup>22</sup>

#### *Ахроматические телескопы среднего размера.*

Такие телескопы, о которых я упоминал выше, являются одними из самых больших, которые когда-либо были сделаны по ахроматическому принципу; они, конечно, сравнительно редки и могут быть доступны только по очень высокой цене. Немногие *из объективных стекол* в телескопах, о которых я упоминал, были бы оценены менее чем в 200 гиней, независимо от трубок, окуляров и другого оборудования, которым они оснащены. Так трудно раздобыть большие диски из кремневого стекла для оптических целей, получить требуемые изгибы различных линз и совместить их вместе с той чрезвычайной точностью, которая требуется, что, когда хорошая составная линза, подобная этому описанию, оказывается совершенно ахроматической, оптик обязательно должен придавать ей большое значение; поскольку может случиться так, что он закончит полдюжины линз, прежде чем получит почти идеальную. Наиболее распространенные размеры ахроматических телескопов для астрономических целей, которые регулярно продаются лондонскими оптиками, следующие:—

1. *Ахроматические 2 с половиной фута.*—Этот телескоп оснащен объективным стеклом с фокусным расстоянием 30 дюймов и прозрачной диафрагмой 2 дюйма. Обычно он снабжен двумя окулярами, один для земных объектов с увеличением примерно в 30 или 35 раз, и один для небесных объектов с увеличением в 70 или 75 раз. Его можно было бы снабдить дополнительным астрономическим окуляром — если предметное стекло хорошее, чтобы обеспечить мощность в 90 или 95 раз. С помощью такого телескопа можно увидеть пояса и спутники Юпитера, фазы Венеры и кольцо Сатурна, но не с такой выгодой, как в более крупные

телескопы. Обычно он оснащен либо трубкой из красного дерева, либо латунной трубкой и устанавливается на латунную подставку-треногу с универсальным шарниром, который обеспечивает горизонтальное и вертикальное перемещение. Он упакован вместе с проушинами и всем остальным, что к нему относится, в аккуратную шкатулку из красного дерева. Его цена варьируется в зависимости от комплектации подъемной стойкой или другим оборудованием.

Ниже приведены цены на этот инструмент, указанные в каталоге мистера Талли, Терреттс Корт, Ислингтон, Лондон.

|                                                                                                                                                                                                                                              | £  | s. | d. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| телескопы длиной 2½ фута, латунные, установленные на простой стойке и когтистой подставке, с одним окуляром для астрономических целей и одним для наземных объектов, для изменения силы увеличения, упакованные в коробку из красного дерева | 10 | 10 | 0  |
| То же самое, то же самое, латунные, установленные на стойке и когтистой подставке, с подъемной рейкой, 1 окуляр для астрономических целей и 1 для наземных объектов, для изменения силы увеличения, упакованные в коробку из красного дерева | 12 | 12 | 0  |

Приведенные ниже цены на телескопы того же типа взяты из каталога господ У. и С. Джонсов, 30, Лоуэр-Холборн, Лондон.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                        | £  | s. | d. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| Улучшенный ахроматический рефрактор длиной 2 с половиной фута, на латунной подставке, трубка из красного дерева, с тремя проушинами, две увеличительные примерно в 40 и 50 раз для земных объектов, а другая примерно в 75 раз для астрономических целей, в футляре из красного дерева | 10 | 10 | 0  |
| То же самое, то же самое, трубка полностью латунная, с тремя проушинами                                                                                                                                                                                                                | 11 | 11 | 0  |
| То же самое, то же самое, с                                                                                                                                                                                                                                                            | 15 | 15 | 0  |

вертикальными и  
горизонтальными  
движениями

2. *Ахроматический телескоп длиной 3 с половиной фута.*— Объективное стекло этого телескопа имеет фокусное расстояние от 44 до 46 дюймов и диаметр  $2\frac{1}{2}$  дюйма. Обычно он снабжен четырьмя проушинами, двумя для земных и двумя для небесных объектов. Самая низкая мощность для наземных объектов обычно составляет около 45, что обеспечивает большое поле зрения и демонстрирует объекты с большой яркостью. Другая наземная мощность обычно составляет от 65 до 70. Астрономические мощности составляют примерно 80 и 130; но у такого телескопа всегда должен быть другой окуляр для получения мощности в 180 или 200 раз, которую он будет воспринимать с отчетливостью при безмятежном состоянии атмосферы, если объективное стекло действительно ахроматическое. *Сила освещения* в этом телескопе почти вдвое больше, чем в  $2\frac{1}{2}$ -футовом телескопе, или в пропорции 7,56 к 4; и, следовательно, он будет иметь примерно двойную силу увеличения при почти равной четкости. Этот телескоп установлен способом, несколько похожим на предыдущий, с помощью штатива, который устанавливается на стол. Иногда, однако, его устанавливают на длинную подставку из красного дерева, которая опирается на пол (как на рис. 58.), и оснащен экваториальным движением; и обычно имеет небольшой телескоп, закрепленный у глазного конца большой трубы, называемый *искателем*, который служит для наведения телескопа на определенный объект в небесах, когда применяются более высокие мощности. Также допустимо, чтобы он имел подъемную стойку и выдвижные трубки для поддержки окуляра прибора, чтобы удерживать его устойчивым во время астрономических наблюдений, и было бы преимуществом для различных целей, которые будут описаны позже, установить на него *диагональный окуляр*, увеличивающий в 40 раз или выше.

Цены на этот инструмент, указанные в Каталоге мистера Талли, следующие:—

|                                                                                                                                                                                                                                                                  | £  | s. | d. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| Ахроматический телескоп длиной $3\frac{1}{2}$ фута с апертурой $2\frac{1}{2}$ дюйма, на простой стойке и когистой подставке, 2 проушины для астрономических целей и 1 для наземных объектов для изменения силы увеличения, упакован в коробку из красного дерева | 21 | 0  | 0  |
| То же самое, ditto, с подъемной рейкой и ахроматическим искателем, 2 проушины для астрономических целей и 1 для дневных объектов для изменения силы увеличения, упакован в коробку из красного дерева                                                            | 26 | 5  | 0  |

Ниже приведены цены, указанные в Каталоге господ У. и С. Джонсов.

|                                                                                                   | £                         | s. | d. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----|----|
| Ахроматическая простая трубка из красного дерева длиной 3 с половиной фута                        | 18                        | 18 | 0  |
| То же самое, то же самое, латунная трубка                                                         | 21                        | 0  | 0  |
| То же самое, все из латуни, с возможностью перемещения в стойке и т.д.                            | 26                        | 5  | 0  |
| То же самое, предметное стекло с наибольшей апертурой и движения в стойке по улучшенному принципу | с 37 л.<br>16 л. до<br>42 | 0  | 0  |

То же самое, с экваториальным движением, подставкой из красного дерева в рамке, разделенными дугами высоты и азимута или кругами склонения и прямого восхождения и т.д. и т.п. от 60l 0 0  
до 80

Это телескоп, который я бы особенно порекомендовал любителям астрономии, чьи финансовые возможности не позволяют им приобретать более дорогие инструменты. В комплекте с уже упомянутыми проушинами и усилителями, а также с искателем и подъемной стойкой — цена 25 гиней - он будет служить для всех целей общего наблюдения. С помощью этого телескопа можно получить удовлетворительные виды большинства интересных небесных явлений, таких как пятна на солнце, горы, долины и пещеры на поверхности Луны, фазы Меркурия и Венеры, пятна на Марсе— спутники и пояса Юпитера, кольцо Сатурна, многие из наиболее интересных туманностей и большинство двойных звезд второго и третьего классов. Когда объективное стекло этого телескопа имеет точную форму и идеально ахроматично, на него может быть наложена мощность от 200 до 230, с помощью которой иногда можно увидеть разделение кольца Сатурна. Им более легко управлять, и он представляет объекты значительно ярче, чем телескопы-рефлекторы той же цены и увеличительной мощности, и он не так подвержен неисправностям, как рефлекторы в целом. Телескоп меньшего размера, как правило, не был бы признан удовлетворительным для наблюдения объектов, которые я сейчас указал, и для общих астрономических целей. Возможно, будет уместно для сведения некоторых читателей объяснить, что имеется в виду в каталоге мистера Талли, когда указано, что этот прибор оснащен "одним окуляром для дневных предметов, *позволяющим изменять силу увеличения*". Упомянутый окуляр сконструирован так, что, вытягивая трубку рядом с глазом, вы можете увеличить мощность по своему усмотрению и варьировать ее, скажем, от 40 до 80 или 100 раз; так что такая конструкция земного окуляра (будет объяснено позже) в значительной степени служит назначению отдельных окуляров. Вся длина телескопа длиной 3 с половиной фута при использовании наземного окуляра составляет около 4 с половиной футов от предметного стекла до первого окуляра.

Когда апертура объективного стекла этого телескопа превышает 2½ дюйма, его цена быстро растет.

Ниже приводится шкала цен мистера Талли, пропорциональная увеличению диафрагмы:—

|                                                                                                                                                                                                                        | £  | s. | d. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| телескопы диаметром 3½ фута с апертурой 3/4 дюйма, с вертикальными и горизонтальными рейками, ахроматическим искателем, 3 окуляра для астрономических целей и один для дневных объектов для изменения силы увеличения, | 42 | 0  | 0  |

упакованы в коробку  
из красного дерева.

|                                                                                             |    |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|
| То же самое, то же<br>самое, диаметром 3½<br>дюйма, установлены,<br>как указано выше.       | 68 | 5 | 0 |
| То же самое, с<br>универсальным<br>экваториалом вместо<br>стойки и<br>подставкой для когтей | 84 | 0 | 0 |

Здесь, в одном случае, увеличение диаметра предметного стекла на полдюйма увеличивает расходы примерно на 16 фунтов стерлингов, а в другом случае не менее 26,5 фунтов стерлингов. Соотношение света в этих двух телескопах по сравнению с оптическим стеклом с апертурой 2½ дюйма выглядит следующим образом: — Площадь подзорной трубы с апертурой 2½ равна 7,56; площадь подзорной трубы с апертурой 3½ - 10,56, а площадь подзорной трубы с апертурой 3½ - 14,06; так что свет, пропускаемый подзорной трубой с апертурой 3½, по сравнению с апертурой 2½, составляет почти 10 к 7; а свет, пропускаемый подзорной трубой с апертурой 3½, почти вдвое больше, чем у подзорной трубы с апертурой 2½, и увеличительная мощность увеличивается почти пропорционально.

3. 5-футовый ахроматический телескоп. Фокусное расстояние объективного стекла этого телескопа составляет 5 футов 3 дюйма, а диаметр его апертуры 3<sup>8</sup>/<sub>10</sub> дюймов. Обычная величина увеличения, применяемая к нему, составляет для наземных объектов 65 раз, а для небесных объектов 110, 190, 250, а иногда и одну или две более высокие величины. Количество света, которым он обладает, ненамного больше, чем у 3½-футового телескопа с апертурой 3½ дюйма; но большее фокусное расстояние этого телескопа считается преимуществом; поскольку чем длиннее фокус объективного стекла, тем меньше будут его хроматические и сферические aberrации, и тем крупнее могут быть бинокли, и тем более плоским будет поле зрения.

Ниже приведены цены на эти телескопы, указанные в каталоге мистера Талли.

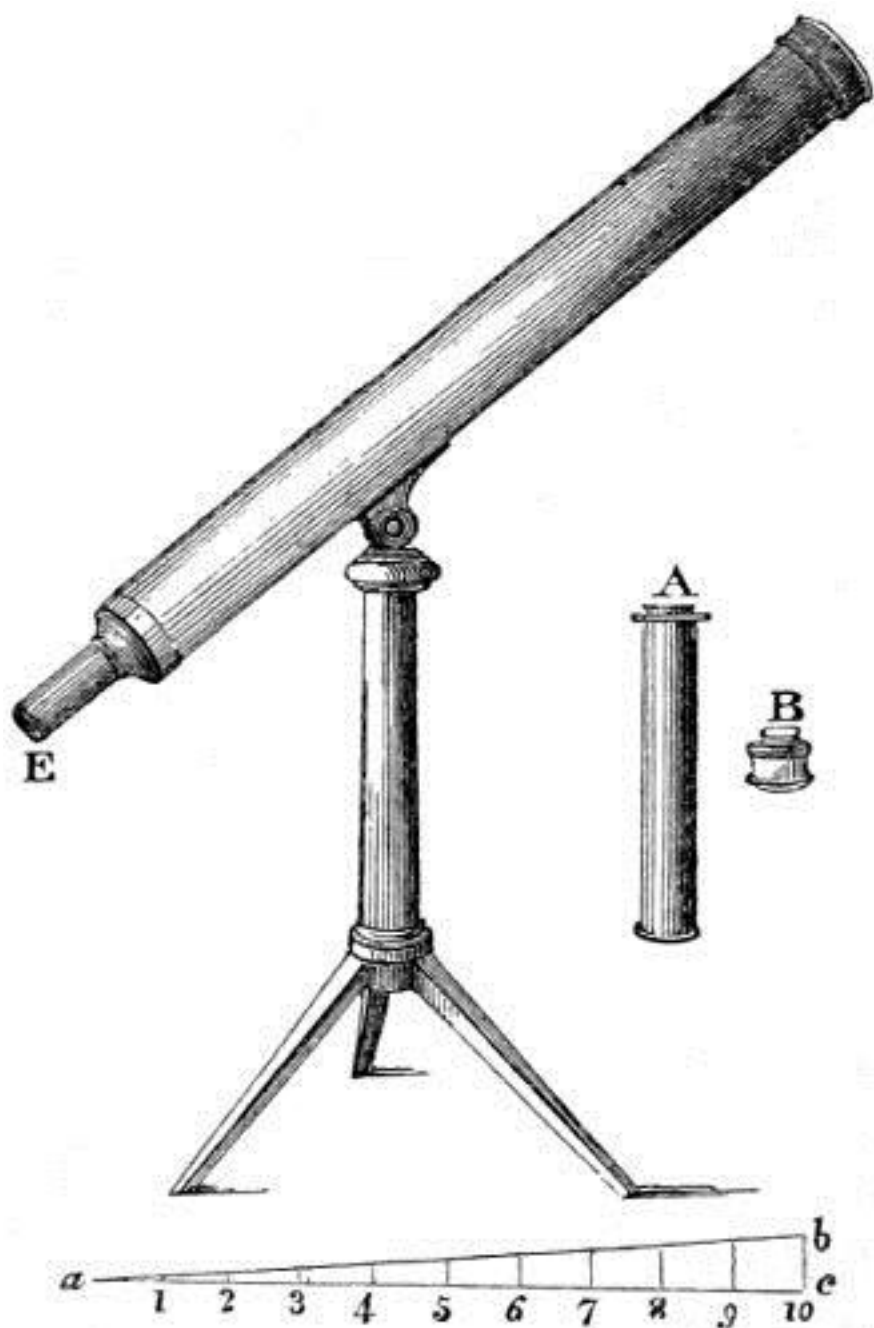
|                                                                                                                                                                                                                                                                       | £   | с. | д. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|
| 5-футовые телескопы с апертурой 3½ дюйма, на универсальной экваториальной подставке, с ахроматическим искателем, 4 проушинами для астрономических целей и 1 для дневных объектов для изменения силы увеличения, упакованные в коробку красного дерева от 100 гиней до | 157 | 10 | 0  |
| то же самое с 7 футами, апертурой 5 дюймов, на новой улучшенной универсальной экваториальной подставке, 6 проушин для астрономических целей и 1 для дневных объектов для изменения силы увеличения, с ахроматическим искателем и Troughton's Микрометр                | 207 | 5  | 0  |

Выше приведены все виды ахроматических телескопов,обычно производимые лондонскими оптиками. Телескопы большего размера, такие как 5 и 7 футов, а также 3½ фута с апертурой 3½ дюйма, обычно изготавливаются на заказ, и их не всегда можно приобрести. Но



ахроматические линзы  $2\frac{1}{2}$  и  $3\frac{1}{2}$  фута с апертурой  $2\frac{1}{2}$  дюйма, как правило, можно найти в готовом виде в большинстве магазинов оптики в мегаполисе. Цены на эти инструменты почти одинаковы в большинстве магазинов оптики в Лондоне. Некоторые из них требуют более высокой цены, но лишь немногие из них когда-либо продаются ниже указанной выше, за исключением определенных случаев, когда допускается скидка.

рисунок 57.

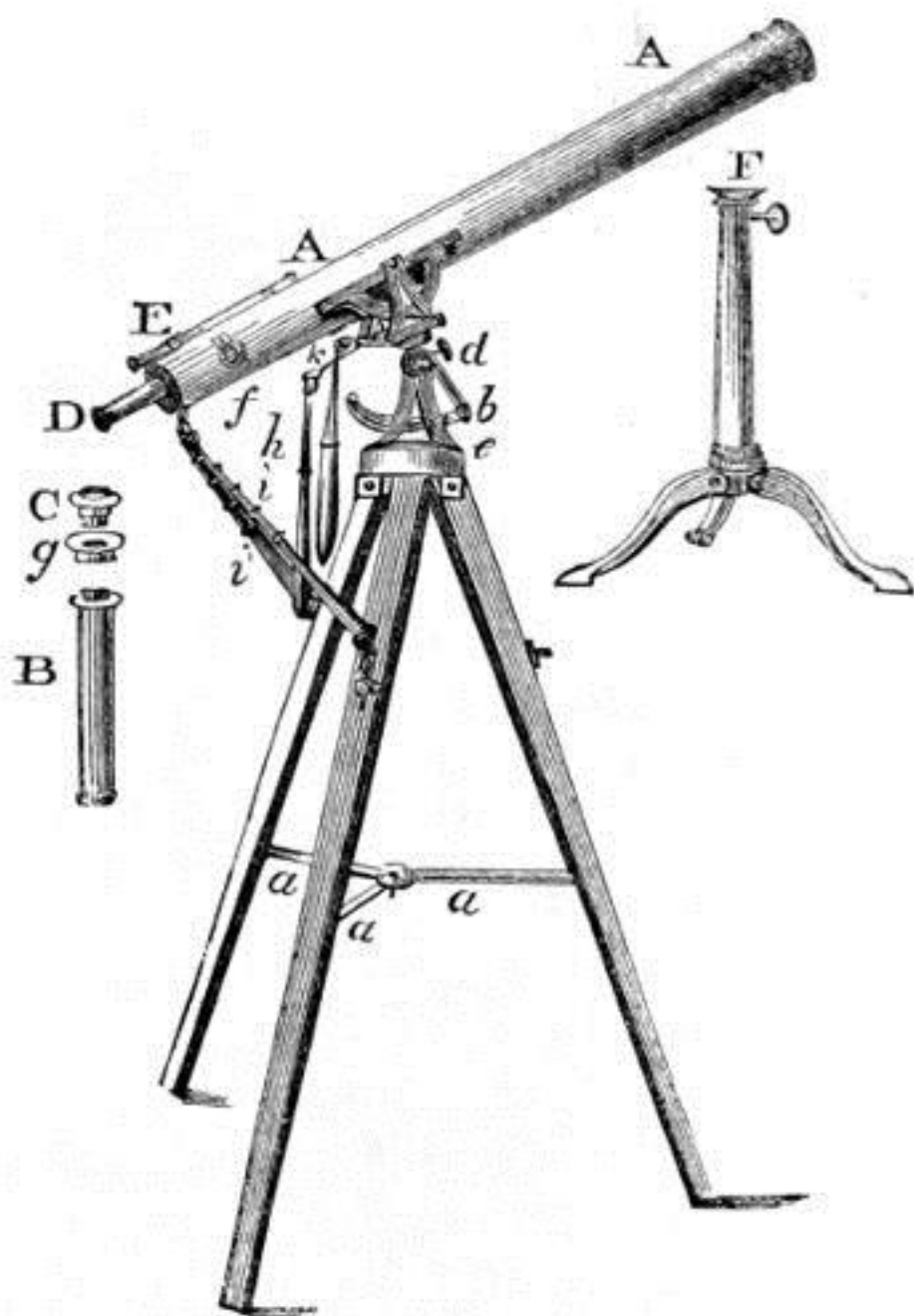


Подставки для этих телескопов и способ их установки для наблюдения представлены на рисунках 57, 58 и 59. На рис. 57 представлены  $2\frac{1}{2}$ - или  $3\frac{1}{2}$ -футовые телескопы, установленные

на простой латунной подставке для размещения на столе. А - это длинный окуляр для наземных объектов, а В - маленький окуляр для астрономических наблюдений, который состоит из двух линз и представляет объект в перевернутом положении. Эти окуляры привинчиваются, по мере необходимости, к Е, окуляру телескопа. Более короткий из двух астрономических окуляров, которые прилагаются к этому телескопу, обеспечивает наибольшую увеличительную силу. Для настройки телескопа на четкое зрение в нем имеется латунная ручка или кнопка, которая перемещает деталь, соединенную с окуляром, которую нужно поворачивать либо в ту, либо в другую сторону, пока объект не станет виден отчетливо; и разные глаза часто требуют разной регулировки.

На рис. 58 представлен 5-футовый телескоп, оборудованный для астрономических наблюдений. Он установлен на подставке из красного дерева, три ножки которой смыкаются друг с другом с помощью латунной рамы *aaa*, которая состоит из трех стержней, соединенных тремя шарнирами в центре, и трех других шарниров, соединенных с тремя стержнями из красного дерева. Он оснащен устройством для экваториальных перемещений. Латунный штифт выполнен с возможностью перемещения по кругу в латунном гнезде *b* и может быть затянут с помощью пальцевого винта *d*, когда телескоп направлен почти на объект, предназначенный для наблюдения. Это гнездо может быть установлено перпендикулярно горизонту или под любым другим требуемым углом; величина угла определяется разделенной дугой, а инструмент закрепляется в этом положении винтом. Если это гнездо установить на широту места наблюдения, а плоскость этой дуги повернуть так, чтобы она находилась в плоскости меридиана, при этом гнездо *b* закреплено под наклоном полюса земли, телескоп при повороте в это гнездо будет иметь экваториальное движение, так что небесные объекты всегда можно будет держать в поле зрения при выполнении этого экваториального движения. Две ручки в точке *k* соединены с помощью стойки, предназначенной для перемещения телескопа в любом требуемом направлении. Два комплекта латунных выдвижных стержней *ii* предназначены для того, чтобы сделать телескоп максимально устойчивым, а также для того, чтобы поднимать и опускать его по своему усмотрению, и сконструированы таким образом, чтобы с максимальной легкостью вставляться друг в друга.

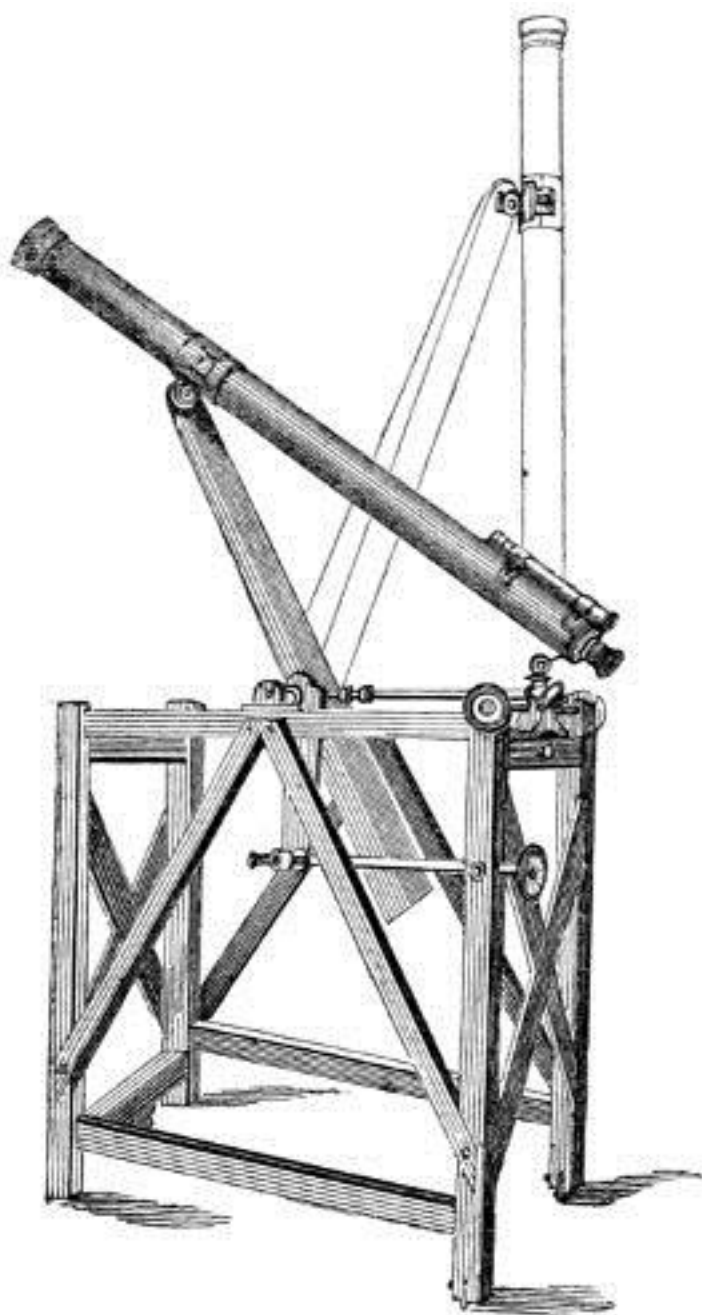
*рисунок 58.*



The *Искатель* (Heliometer) is installed at point AE either in the upper, or in the left part of the telescope tube. When a large magnification is applied to any telescope, it is often difficult due to the small field of vision to direct the main telescope tube at the object. But the *Искатель*, which is a telescope of small power and, therefore, having a large field of vision, — when directed at any object, it is easy to find, and if you bring it to the center of the field, where two crosshairs intersect, it will be seen in the larger telescope. B — this is the eyepiece for terrestrial objects, containing 4 lenses, and C — one of the astronomical eyepieces. On the left is shown a rosette containing a vitreous glass, which is attached to any of the eyepieces for protection of the eyes from bright light when observing solar spots. The brass nut is intended for adjusting the eyepiece to ensure a clear view. The telescope, 3 feet long, is sometimes mounted in this form.

На рис. 59 представлен 5-или 6-футовый телескоп, установленный на подставке новой конструкции фирмы Dollond. Его преимущество заключается в том, что он поддерживает телескоп в двух местах, что делает его чрезвычайно устойчивым — свойство, имеющее большое значение при наблюдении небесных объектов с высокой силой увеличения. Это также обладает преимуществом, заключающимся в том, что наблюдатель может продолжать сидеть на той же высоте от пола, хотя телескоп может быть поднят на любую высоту — *высота находится полностью на конце объекта*, хотя она может быть изменена от горизонта до зенита. Каркас состоит из брусьев красного дерева и опирается на три колесика, два из которых прикреплены к соответствующим ножкам обычным способом, а третий находится под серединой нижней горизонтальной перекладины, соединяющей две противоположные ножки, так что рама обладает всеми преимуществами треноги. Поскольку установится очень неудобно наклоняться к окуляру телескопа, когда высота объекта значительна, а центр движения находится в середине трубы, эта конструкция подставки служит для устранения такого неудобства.

*рисунок 59.*



### *Пропорции кривизны линз, образующих ахроматический объект-стекло.*

Поскольку некоторые гениальные механики могут испытывать желание попытаться сконструировать сложный ахроматический предмет-стекло, я здесь приведу некоторые пропорции кривизны вогнутых и выпуклых линз, которые служат руководством для оптиков при конструировании ахроматических инструментов. Эти пропорции различны; и даже когда доказано, что они математически верны, иногда бывает трудно применить их на практике из-за различной силы преломления и рассеивания, которыми обладают разные диски из корончатого и кремневого стекла, а также из-за сложности получения механическими средствами точных кривых, которых требует теория. В следующей таблице показаны радиусы кривизны различных

поверхностей линз, необходимые для формирования *двойного ахроматического объекта-стекла*— предполагается, что синус преломления в корончатом стекле равен 1,528 к 1, а в кремне - 1,5735 к 1; отношение их рассеивающих способностей равно 1 к 1,524. Также предполагается, что кривизны вогнутой линзы равны 1 к 2, то есть одна сторона этой линзы отшлифована инструментом, радиус которого вдвое больше радиуса другой. В 1-м столбце указан составной фокус предметного стекла *вдюймах*; во 2-м столбце указан радиус *передней* поверхности *коронки*, а в 3-м столбце - ее *задней* стороны. Столбец 4 выражает радиус передней поверхности *вогнутой* линзы, а столбец 5-й - ее задней поверхности, которая, как будет замечено, в точности вдвое больше радиуса другой линзы.

| Фокус в дюймах. | Радиус передней поверхности, выпуклый. |          | Радиус задней поверхности. |          | Радиус передней поверхности вогнутый. |          | Радиус задней поверхности. |          |
|-----------------|----------------------------------------|----------|----------------------------|----------|---------------------------------------|----------|----------------------------|----------|
|                 | Инк.                                   | Декабря. | Инк.                       | Декабря. | Инк.                                  | Декабря. | Инк.                       | Декабря. |
| 12              | 3                                      |          | 4.                         | 652      | 4.                                    | 171      | 8.                         | 342      |
| 24              | 6                                      |          | 9.                         | 304      | 8.                                    | 342      | 16.                        | 684      |
| 30              | 7.                                     | 5        | 11.                        | 063      | 10.                                   | 428      | 20.                        | 856      |
| 36              | 9                                      |          | 13.                        | 956      | 12.                                   | 513      | 25.                        | 027      |
| 48              | 12                                     |          | 18.                        | 608      | 16.                                   | 684      | 33.                        | 369      |
| 60              | 15                                     |          | 23.                        | 260      | 20.                                   | 856      | 41.                        | 712      |
| 120             | 30                                     |          | 46.                        | 520      | 41.                                   | 712      | 83.                        | 424      |

Из приведенной выше таблицы видно, что для изготовления, например, 30-дюймового составного предметного стекла радиус передней стороны коронки должен составлять 7½ дюйма, а задней стороны - 11,63 дюйма; радиус передней вогнутой поверхности - 10,428, а задней - 20,856 дюйма. Возможно, будет уместно заметить, что в этих расчетах радиус передней поверхности вогнутого меньше, чем задней стороны выпуклого, и, следовательно, допускает его приближение без соприкосновения в центре — обстоятельство, которого всегда следует избегать при комбинировании ахроматических стекол. В следующей таблице показаны радиусы кривизны линз *тройного* предметного стекла, рассчитанные по формуле, выведенной доктором Робисоном из Эдинбурга.

| Фокусное<br>расстояние. | Выпуклая линза из<br>корончатого стекла. |     |       |     | Вогнутая линза из<br>кремневого стекла. |     |       |     | Выпуклая линза из<br>корончатого стекла. |     |       |    |       |
|-------------------------|------------------------------------------|-----|-------|-----|-----------------------------------------|-----|-------|-----|------------------------------------------|-----|-------|----|-------|
|                         | Дюймов                                   | Ин  | Декаб | Ин  | Декаб                                   | Ин  | Декаб | Ин  | Декаб                                    | Ин  | Декаб | Ин | Декаб |
|                         |                                          | к.  | ря.   | к.  | ря.                                     | к.  | ря.   | к.  | ря.                                      | к.  | ря.   | к. | ря.   |
| 6                       |                                          | 4.  | 54    | 3.  | 03                                      | 3.  | 03    | 6.  | 36                                       | 6.  | 36    | 0. | 64    |
| 9                       |                                          | 6.  | 83    | 4.  | 56                                      | 4.  | 56    | 9.  | 54                                       | 9.  | 54    | 0. | 92    |
| 12                      |                                          | 9.  | 25    | 6.  | 17                                      | 6.  | 17    | 12. | 75                                       | 12. | 75    | 1. | 28    |
| 18                      |                                          | 13. | 67    | 9.  | 12                                      | 9.  | 12    | 19. | 08                                       | 19. | 08    | 1. | 92    |
| 24                      |                                          | 18. | 33    | 12. | 25                                      | 12. | 25    | 25. | 50                                       | 25. | 50    | 2. | 56    |

|    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    |    |    |
|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|
| 30 | 22. | 71 | 15. | 16 | 15. | 16 | 31. | 79 | 31. | 79 | 3. | 20 |
| 36 | 27. | 33 | 18. | 25 | 18. | 25 | 38. | 17 | 38. | 17 | 3. | 84 |
| 42 | 31. | 87 | 21. | 28 | 21. | 28 | 44. | 53 | 44. | 53 | 4. | 48 |
| 48 | 36. | 42 | 24. | 33 | 24. | 33 | 50. | 92 | 50. | 92 | 5. | 12 |
| 54 | 40. | 96 | 27. | 36 | 27. | 36 | 57. | 28 | 57. | 28 | 5. | 76 |
| 60 | 45. | 42 | 30. | 33 | 30. | 33 | 63. | 58 | 63. | 58 | 6. | 40 |

В следующей таблице приведены пропорции кривизны, которые, как говорят, используются лондонскими оптиками.

| Фокусное<br>расстояние<br>. | Выпуклая линза из корончатого<br>стекла. |     |         |     | Радиус обеих<br>вогнутых<br>поверхностей<br>кремневого<br>стекла. |     | Выпуклая линза из корончатого<br>стекла. |     |         |     |         |
|-----------------------------|------------------------------------------|-----|---------|-----|-------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------|-----|---------|-----|---------|
|                             | Дюймов                                   | Инк | Декабря | Инк | Декабря                                                           | Инк | Декабря                                  | Инк | Декабря | Инк | Декабря |
| .                           | .                                        | .   | .       | .   | .                                                                 | .   | .                                        | .   | .       | .   | .       |
| 6                           | 3.                                       | 77  | 4.      | 49  | 3.                                                                | 47  | 3.                                       | 77  | 4.      | 49  |         |
| 9                           | 5.                                       | 65  | 6.      | 74  | 5.                                                                | 21  | 5.                                       | 65  | 6.      | 74  |         |
| 12                          | 7.                                       | 54  | 8.      | 99  | 6.                                                                | 95  | 7.                                       | 54  | 8.      | 99  |         |
| 18                          | 11.                                      | 30  | 13.     | 48  | 10.                                                               | 42  | 11.                                      | 30  | 13.     | 48  |         |
| 24                          | 15.                                      | 08  | 17.     | 98  | 13.                                                               | 90  | 15.                                      | 08  | 17.     | 98  |         |
| 36                          | 22.                                      | 61  | 26.     | 96  | 20.                                                               | 84  | 22.                                      | 61  | 26.     | 96  |         |
| 42                          | 26.                                      | 38  | 31.     | 45  | 24.                                                               | 31  | 26.                                      | 38  | 31.     | 45  |         |
| 48                          | 30.                                      | 16  | 35.     | 96  | 27.                                                               | 80  | 30.                                      | 16  | 35.     | 96  |         |
| 54                          | 33.                                      | 91  | 40.     | 45  | 31.                                                               | 27  | 33.                                      | 91  | 40.     | 45  |         |
| 60                          | 37.                                      | 68  | 44.     | 94  | 34.                                                               | 74  | 37.                                      | 68  | 44.     | 94  |         |

Из этой таблицы следует, что две выпуклые линзы имеют одинаковые радиусы своих соответствующих сторон и что две поверхности вогнутой кремневой линзы одинаково вогнуты, так что для изготовления тройного предметного стекла, сформированного в соответствии с этими пропорциями, потребовалось бы всего три пары шлифовальных инструментов. Ниже приведены изгибы линз одного из лучших ахроматических телескопов Доллонда, фокусное расстояние составного предметного стекла которого составляет 46 дюймов. Считая от поверхности следующего объекта, радиусы корончатого стекла составляли 28 и 40 дюймов: вогнутая линза - 20,9 дюйма, а внутренняя линза из корончатого стекла - 28,4 и 28,4 дюйма. Этот телескоп имел увеличение от 100 до 200 раз.

Хотя я вставил приведенные выше таблицы, которые могли бы в какой-то мере сориентировать гениального художника, все же в целом у частного любителя мало шансов преуспеть в подобных попытках. Разнообразие стекол и неуверенность неопытного рабочего в том, что он сможет

придать желаемые точные изгибы, настолько велики, что стекло для предметов, по большей части, оказывается не таким, как он ожидал. Большая трудность при конструировании состоит в том, чтобы найти точное соотношение диспергирующей способности коронки и кремневого стекла. Корона довольно постоянна, но вряд ли найдется два горшка из кремневого стекла, которые обладали бы одинаковой рассеивающей способностью. Даже если оно постоянное, его трудно точно измерить; и погрешность в этом сильно влияет на работу прибора; потому что фокусные расстояния линз должны быть почти такими же, как их рассеивающая способность. В двух предыдущих таблицах предполагается, что синус падения в корончатом стекле по отношению к синусу преломления равен 1,526 к 1; а в кремневом стекле - 1,604 к 1. Оптике, которые изготавливают большое количество линз как из кремневого, так и из корончатого стекла, со временем довольно хорошо понимают природу ошибок, которые могут остаться после того, как они закончат изготовление предметного стекла; и, имея много линз одинаковой формы, но неизбежно немного отличающихся от нее, они пробуют несколько вогнутых линз с двумя выпуклыми и, найдя одну лучше остальных, используют ее для завершения набора. Таким образом часто формируются одни из лучших ахроматических телескопов. Иногда, поставив вогнутое кремневое стекло в телескоп, где его не хватало, я обнаруживал, что из четырех или пяти вогнутых линз, которые казались одинаковыми по кривизне и другим свойствам, только одна давала четкое и бесцветное изображение. Однако, если кто-либо пожелает попробовать сконструировать ахроматическую линзу, лучший способ избежать разочарований в результате - это приобрести *разнообразные* таблицы соответствующих кривизн, основанные на *различных условиях*, и которые, конечно, требуют, чтобы поверхности нескольких линз имели разную кривизну. Имея в своем распоряжении линзы разного радиуса и стекла с разной преломляющей или рассеивающей способностью, когда одна комбинация не совсем подходит, он может попробовать другую и в конечном итоге может преуспеть в создании хорошего ахроматического телескопа; ибо во многих случаях было обнаружено, что случайность или удачное сочетание линз путем проб привели к созданию превосходного предметного стекла.

#### *Ахроматические телескопы, состоящие из жидких линз.*

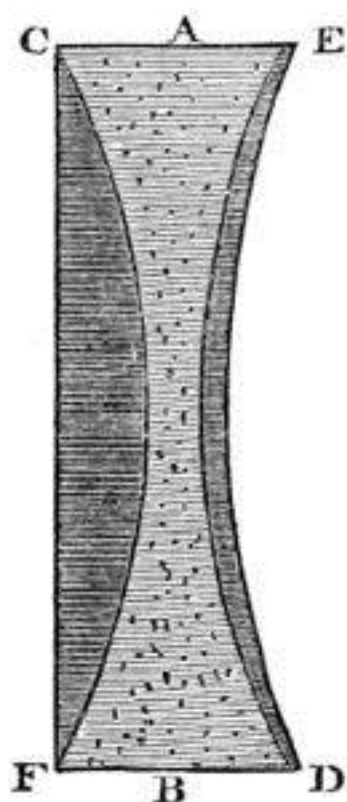
Лучшие ахроматические телескопы при тщательном рассмотрении оказываются в некоторых отношениях неисправными из-за той незначительной степени окрашивания, которую они придают объектам из-за аберрации лучей, если только объективное стекло не имеет малого диаметра. Когда мы внимательно рассматриваем хороший ахроматический телескоп, мы обнаруживаем, что он не показывает белые или светящиеся объекты, совершенно лишенные цвета, поскольку их края окрашены с одной стороны бордовой каймой, а с другой - зеленой. Поэтому этот телескоп требовал дальнейшего совершенствования, чтобы избавиться от этих вторичных цветов, и отец Боскович, которому все отрасли оптики многим обязаны, проявил большую изобретательность в своих попытках достичь этой цели. Но именно доктору Блэру, профессору астрономии в Эдинбурге, мы в основном обязаны первыми успешными экспериментами, с помощью которых была достигнута эта цель. С помощью разумной серии экспериментов он доказал, что способность рассеивать лучи в большей степени, чем краун-стекло, не ограничивается несколькими средами; но обладает большим разнообразием жидкостей, и некоторыми из них в самой экстраординарной степени. Заметив, что когда крайние красный и фиолетовый лучи были идеально объединены, зеленый не учитывался, он задумал идею создания ахроматической вогнутой линзы, которая должна преломлять зеленый меньше, чем объединенные красный и фиолетовый, и ахроматической выпуклой линзы, которая должна делать то же самое, и поскольку вогнутая линза преломляла выдающийся зеленый к



оси, в то время как вогнутая преломляла их *от* оси, из этого следовало, что при сочетании этих двух противоположных эффектов зеленый будет объединен с красным и фиолетовым.

С помощью остроумного призматического аппарата он исследовал оптические свойства самых разных жидкостей. Растворы металлов и полуметаллов во всех случаях оказались более дисперсными, чем корончатое стекло. Некоторые соли, такие как нашатырный спирт, значительно увеличивают диспергирующую способность воды. Морская кислота диспергируется очень значительно, и это качество возрастает с увеличением ее крепости. Соответственно, было обнаружено, что наиболее диспергирующими жидкостями являются те, в которых эта кислота сочетается с металлами. Химический препарат, называемый *causticum antimoniale*, или сурьмяное масло, в его наиболее концентрированном состоянии, когда оно только что набрало достаточную влажность, чтобы сделать его жидким, обладает свойством в поразительной степени рассеивать лучи. Большое количество полуметалла, оставшегося в растворе, и высококонцентрированное состояние морской кислоты считаются причиной этого поразительного эффекта. Едкий сублимат ртути, добавленный к раствору *нашатырного спирта* в воде, занимает следующее место после сурьмяного масла среди диспергирующих жидкостей, которые исследовал доктор Блэр. Было обнаружено, что эфирные масла занимают следующее место после растворов металлов место среди жидкостей, обладающих диспергирующими свойствами, особенно тех, которые получают из битуминозных минералов, таких как самородная нефть, каменный уголь и янтарь. Было обнаружено, что диспергирующая способность эфирного масла сассафраса и эфирного масла лимонов, если они настоящие, не намного уступают ни одному из них. Но из всех жидкостей, пригодных для оптических целей, доктор Блэр обнаружил, что *соляная кислота, смешанная с металлическим раствором*, или, другими словами, жидкость, в которой морская кислота и частицы металла находятся в должном соотношении, наиболее точно соответствовала его цели. В спектре, формируемом этой жидкостью, зеленые лучи были одними из наиболее преломляемых, и когда его дисперсия была скорректирована дисперсией стекла, был получен инвертированный вторичный спектр, то есть такой, в котором зеленый был выше, тогда как при обычной среде он был бы ниже. Поэтому он поместил вогнутую линзу из соляной кислоты с металлическим раствором между двумя линзами, как показано на рис. 60, где АВ - вогнутая жидкая линза, CF - плосковыпуклая линза, плоская сторона которой расположена рядом с объектом, а ED - мениск. С помощью этого предметного стекла лучи разных цветов отклонялись от своего прямолинейного направления с той же равномерностью и регулярностью, что и при отражении.

рисунок 60.



Телескопы, сконструированные с такими предметными стеклами, были исследованы покойным доктором Робисоном и профессором Плейфером. Фокусное расстояние объективного стекла одного из них не превышало 17 дюймов, и все же оно имело апертуру в  $3\frac{1}{2}$  дюйма. Они рассмотрели несколько одиночных и двойных звезд и некоторые обычные объекты с помощью этого телескопа; и обнаружили, что по увеличительной силе, яркости и отчетливости он явно превосходил телескоп мистера Доллона с фокусным расстоянием 42 дюйма. Они имели наиболее отчетливое видение звезды, когда использовали вертикальный окуляр, который увеличивал этот телескоп более чем в 100 раз; и они обнаружили, что поле зрения было таким же равномерно четким, как и при использовании 42-дюймового телескопа Доллонда с 46-кратным увеличением; и были восхищены хорошей формой и центрированием очень глубоких очков, которые были необходимы для такого усиления. Они увидели двойные звезды со степенью совершенства, которая поразила их самих. Эти телескопы, однако, еще не вошли в широкое употребление; и, возможно, одна из причин заключается в том, что они гораздо более подвержены поломкам, чем телескопы, сконструированные из цельных предметных стекол. Если бы можно было найти какой-либо вид стекла или другого твердого прозрачного вещества с такими же оптическими свойствами, инструменты, возможно, были бы сконструированы большего размера и значительно превосходили бы наши лучшие ахроматические телескопы.<sup>23</sup> Говорят, что мистер Блэр, сын доктора Блэра, несколько лет назад отставал взгляды своего отца, но я ничего не слышал о результатах его исследований.

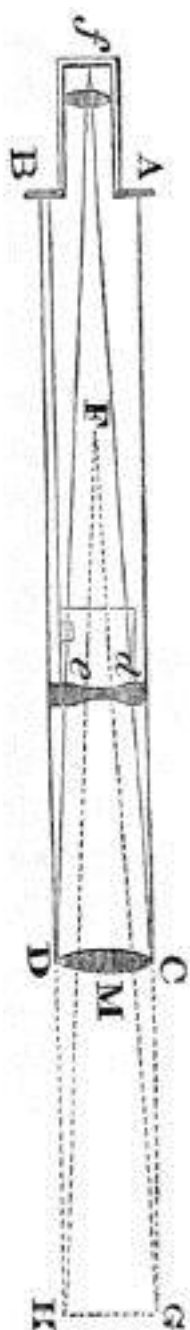
#### *Телескоп-рефрактор Барлоу с жидкой вогнутой линзой.*

Профессор Барлоу не так много лет назад предложил новый жидкостный телескоп, заслуживающий внимания; и примерно в 1829 году построил телескоп довольно больших размеров. Жидкость, которую он использует для этой цели, представляет собой *сульфур углерода*, который, как он обнаружил, является веществом, обладающим всеми необходимыми

свойствами, которые он только мог пожелать. Его индекс почти такой же, как у лучшего кремневого стекла, а рассеивающая способность более чем в два раза выше. Она совершенно бесцветна, прекрасно прозрачна и, хотя очень расширяема, обладает теми же или почти теми же оптическими свойствами при любых обстоятельствах, которым она, вероятно, подвергается при астрономических наблюдениях — за исключением, возможно, прямых наблюдений за солнечным диском, которые, вероятно, будут признаны недопустимыми. М-р Барлоу сначала сконструировал предметное стекло с этой жидкостью с апертурой 3 дюйма, с помощью которого он мог видеть маленькую звезду в Полярной системе с мощностью 46, и с более высокими мощностями несколько звезд, которые, как считается, требуют хорошего телескопа, например 70,  $\rho$  Офинчи, 39 Бути, четверную звезду  $\epsilon$  Лиры,  $\zeta$  Аквариуса,  $\alpha$  Геркулеса и др. Затем он сконструировал 6-дюймовый объектив. С помощью этого прибора маленькая звезда в Полярной звездочке настолько отчетлива и ярка, что ее мощность равна 143, что ее прохождение можно зафиксировать с предельной точностью. Поскольку способ изготовления этих телескопов несколько новый, возможно, будет целесообразно остановиться на некоторых деталях.

В обычной конструкции ахроматических телескопов две или три линзы, составляющие предметное стекло, находятся в непосредственном контакте; и в жидкостном телескопе доктора Блэра конструкция была такой же, жидкость была заключена в само предметное стекло. Но в телескопе мистера Барлоу жидкокристаллическая корректирующая линза расположена на расстоянии от пластинчатой линзы, равном половине ее фокусного расстояния; и она может быть отнесена еще дальше назад, но при этом обладать рассеивающей способностью, придающей объектному стеклу ахроматичность. Таким образом, жидкокристаллическая линза — которая является наиболее сложной частью конструкции — уменьшается до половины или менее половины размера пластинчатой линзы; следовательно, создание телескопа с апертурой 10 или 12 дюймов сопряжено с манипуляциями не большей сложности, чем изготовление телескопа с обычным описанием апертуры 5 или 6 дюймов, за исключением самой простой пластинчатой линзы; и, следовательно, телескоп такого типа длиной 10 или 12 футов будет эквивалентен по своей фокусной мощности телескопу с апертурой 16 или 20 футов. Таким образом, трубка может быть укорочена на несколько футов и при этом обладать более значительной фокусной мощностью, чем та, которую можно было бы удобно придать ей при обычном принципе построения. Это будет лучше понятно из прилагаемой схемы. (рис. 61.)

*рисунок 61.*



На этом рисунке ABCD представляют трубу 6-дюймового телескопа, CD - пластинчатое предметное стекло, F - первый фокус лучей, *de* жидкая вогнутая линза, удаленная от прежних 24 дюймов. Фокусное расстояние MF равно 48 и, следовательно,  $48 : 6 :: 24 : 3$  дюйма - диаметру жидкой линзы. Результирующий составной фокус равен 62,5 дюйма. Следовательно, очевидно, что лучи *df*, *ef* достигают фокуса с той же сходимостью и с тем же светом, как если бы они исходили от линзы диаметром 6 дюймов, расположенной на расстоянии за пределами предметного стекла CD (как GH), определяемом путем получения этих лучей до тех пор, пока они не встретятся со сторонами трубки в GH, а именно на 62,5 дюйма за жидкой линзой. Следовательно, очевидно, что лучи будут сходиться так же, как они сходились бы от обычного предметного стекла GH с фокусом 10 футов 5 дюймов. Таким образом, мы укоротили трубу на 38,5 дюйма или, по крайней мере, получили преимущество в том, что фокус на 38,5 дюйма

длиннее нашей трубы; и тот же принцип может быть применен гораздо дальше, чтобы уменьшить обычную длину телескопов-рефракторов почти наполовину без увеличения аберрации в первом стекле сверх минимальной, которая может быть характерна для телескопа обычного типа по всей длине. Следует также отметить, что регулировка фокусировки может производиться либо обычным способом, либо легким перемещением жидкой линзы, как в григорианских отражателях, с помощью небольшого зеркала.

Впоследствии мистер Барлоу сконструировал другой, более крупный телескоп по тому же принципу, светосила которого составляет 7,8 дюйма. Длина его трубки составляет 11 футов, что вместе с окуляром составляет всю длину 12 футов, но эффективная фокусировка осуществляется по принципу, изложенному выше, - 18 футов. Она имеет степень 700 для ближайших двойных звезд из каталога Саута и Гершеля, и при такой степени звезды круглые и четко очерченные, хотя поле тогда не такое яркое, как можно было бы желать. Телескоп установлен на вращающейся подставке, которая со значительной точностью измеряет азимут и высоту. Чтобы придать устойчивость подставке, ее сделали прочной и тяжелой; ее вес, по предварительным оценкам, составляет 400 фунтов, а телескопа - 130 фунтов, однако его движения настолько плавные, а мощность распределена таким образом, что им может управлять один человек с величайшей легкостью, за звездой следует легкое прикосновение, едва ли превышающее прикосновение к клавишам фортепиано-форте. Фокусное расстояние пластинчатого объектива составляет 78 дюймов, а жидкокристаллического объектива — 59,8 дюйма, что на расстоянии 40 дюймов дает фокусное расстояние 104 дюйма, общую длину 12 футов и эквивалентную фокусировку 18 футов. Кривые параллельных менисков, проверяющих наличие жидкости, составляют -30 дюймов и 144 дюйма, последний по направлению к глазу. Кривые для пластинчатого хрусталика равны 56,4 и 144. Имеется внутренняя трубка диаметром 5 дюймов и длиной 3 фута 6 дюймов, в которой находится ячейка, в которой заключена жидкость, и устройство, с помощью которого ее можно перемещать взад и вперед, так что в первую очередь может быть произведена надлежащая регулировка цвета, а затем фокусировка достигается обычным движением стойки. Ниже приведен режим, в котором была заключена жидкость. После того, как практически определено наилучшее положение элементов, образующих жидкую линзу, они, с кольцом между ними, точно отшлифованным до одинаковых изгибов, накладываются друг на друга и выдерживаются при искусственно высокой температуре, превышающей максимальную, при которой когда-либо предполагалось использование телескопа. После того, как жидкость остается здесь некоторое время, пространство между стаканами полностью заполняется, немедленно закрывается, охлаждается испарением и удаляется при более низкой температуре. Таким образом, происходит внезапная конденсация, на чеки оказывается внешнее давление, и внутри образуется пузырь, который, конечно, заполнен парами жидкости; превышение атмосферного давления над давлением пара впоследствии всегда действует снаружи для предотвращения контакта. Затем крайние края скрепляются сывороткой человеческой крови или крепким рыбьим клеем и какой-нибудь тонкой податливой металлической поверхностью. Благодаря этому процессу, говорит мистер Барлоу, "У меня есть все основания полагать, что линза становится такой же прочной, как любая линза из цельного стекла. Во всяком случае, я с удовлетворением констатирую, что мой первый трехдюймовый телескоп был завершен более пятнадцати месяцев назад и что никаких изменений в его работе не произошло, равно как и малозаметных изменений в количестве или качестве жидкости".

Ниже приведены некоторые наблюдения, которые были сделаны с помощью этого телескопа, и испытания, которым он был подвергнут. Очень маленькая звезда, которая сопровождает полярную звезду, как правило, является одним из первых тестов, применяемых к телескопам. Эта маленькая светящаяся точка казалась яркой и отчетливой; ее лучше всего было видно при мощности 120, но она была видна и при мощности 700. Маленькая звезда на Альдебаране была очень отчетливой с мощностью 120. Маленькая звезда  $\alpha$  Лира была отчетливо видна с такой же мощностью. Маленькая звезда, названная сэром Дж. Гершелем *Дебилиссимой*, между 4 и 5 Лирами, о существовании которой, по его словам, нельзя было заподозрить ни на экваториальном расстоянии 5, ни на экваториальном 7 футов, и невидимая также с помощью 7- и 10-футовых отражателей с апертурой шесть и 9 дюймов, но видимая дважды с помощью 20-футового отражателя, очень удовлетворительно видна в этот телескоп в два раза.  $\eta$  Персей, отмеченный как двойная звезда в каталоге Саут и Гершеля, на расстоянии 28, с другой маленькой звездой на расстоянии 3 67, отчетливо виден шестикратным, четыре из маленьких звезд находятся на значительно меньшем расстоянии, чем самая удаленная из, отмеченных в каталоге, звезд. И, исключая удаленную звезду, главная и четыре другие звезды образуют миниатюрное изображение Юпитера и его спутников, три из которых расположены почти на одной линии с одной стороны, а другой - с противоположной. *Castor*, отчетливо двойной, 120, и хорошо раскрытый, а звезды идеально круглые, 360 и 700:  $\gamma$  Leonis и  $\alpha$  Piscium видны с одинаковой силой, одинаково круглые и отчетливые. В  $\epsilon$  Bootis маленькая звезда хорошо отделена от более крупной, а ее синий цвет хорошо обозначен степенью 360.  $\eta$  Северная корона видна дважды со степенью 360 и 700. 52 Орионис,  $\zeta$  Орионис и другие из того же класса также хорошо определены с той же степенью. Что касается планет, которые оказались видимыми — Венера казалась красиво белой и четко очерченной при степени 120, но показывала некоторый цвет при 360. Сатурн со 120-й мощностью - очень яркий объект, двойное кольцо и пояса хорошо и удовлетворительно очерчены, а при 360-й мощности он все еще очень хорош. Луна также удивительно красива, ее края и тени хорошо обозначены, а количество света таково, что видны все мельчайшие различия фигуры и тени.

Основные возражения, которые могут быть выдвинуты против такой конструкции телескопа, таковы: —Может ли жидкость быть надежно закреплена? Сохранит ли она свою прозрачность и другие оптические свойства? Не будет ли это воздействовать на поверхность стекла и частично разрушать его? и с. На такие вопросы м-р Барлоу отвечает, что опыт - это единственное испытание, которое у нас есть; наши спиртовые уровни, спиртовые термометры и т. Д. Показывают, что некоторые жидкости, по крайней мере, могут сохраняться в течение многих лет, не испытывая никаких изменений и не изменяя внешнего вида стеклянных пробирок, содержащих их. Но если произойдет что-либо из этого, за исключением последнего, не может быть ничего проще, чем предоставить средства для замены жидкости в любое время и любому человеку, не мешая настройке телескопа. Он выражает надежду, что, если эти эксперименты будут продолжены, в конечном итоге может быть создан ахроматический телескоп, который превзойдет по светосиле и мощности любые инструменты подобного рода, применявшиеся до сих пор. Если бы можно было устранить предубеждение против использования жидкостей, он был бы убежден, что хорошо направленная практика вскоре привела бы к созданию самых совершенных инструментов на основе этого принципа при сравнительно небольших затратах. "Я убежден, - говорит он, - судя по тому, сколько было заплачено за большие оптические стекла, что мой телескоп, подставка для телескопа и здание для наблюдения со всеми другими необходимыми удобствами были построены за меньшую сумму, чем потребовалось бы только за

оптическое стекло, если бы его можно было изготовить из пластинки того же диаметра, что и кремневое стекло; и это соображение должно иметь определенный вес и поощрять настойчивость в соблюдении принципа конструкции".<sup>24</sup>

#### *АХРОМАТИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП РОДЖЕРСА В НОВОМ ПРОЕКТЕ.*

Цель этой конструкции состоит в том, чтобы сделать доступным небольшой диск из кремневого стекла для выполнения функции компенсации гораздо большего диска из корончатого стекла и, таким образом, сделать возможным изготовление телескопов с гораздо большей апертурой, чем сейчас распространены, без помех из-за трудностей, с которыми в настоящее время сталкиваются при приобретении больших дисков из кремневого стекла. Тем, кто знаком с телескопами, хорошо известно, что при изготовлении обычного ахроматического предметного стекла, в котором одна линза компенсируется одной линзой из кремня, две линзы могут быть разделены только интервалом, слишком малым, чтобы обеспечить какое-либо материальное преимущество, *уменьшая диаметр кремневой линзы*, помещая ее в более узкую часть конуса лучей — фактическая величина их разницы в точке рассеивания такова, что делает невозможной коррекцию хроматической аберрации, когда их взаимное расстояние превышает определенный предел. Это неудобство мистер Роджерс предлагает устранить, используя в качестве корректирующей линзы не одну кремневую линзу, а составную, состоящую из выпуклой коронки и вогнутого кремня, фокусы которых таковы, что их комбинация действует как обычное стекло на лучи со средним коэффициентом преломления. Тогда очевидно, что благодаря большей рассеивающей способности кремня, чем корончатого стекла, он будет действовать как вогнутый на фиолетовые и как выпуклый на красные лучи, *это* тем сильнее, в зависимости от того, насколько линзы по отдельности имеют большую мощность или кривизну. Если затем такую составную линзу поместить между объективным стеклом телескопа — предполагается, что это цельная линза из пластинчатого стекла - и его фокусом, это не вызовет изменения фокуса для средних лучей, в то время как это удлинит фокус для фиолетовых и укоротит его для красных лучей. Это именно то, что требуется для создания ахроматического объединения всех лучей в фокусе; и поскольку ничто в этой конструкции не ограничивает возможности отдельных корректирующих линз, поэтому их можно применять везде, где этого требует удобство; и, таким образом, теоретически, диск из кремневого стекла, каким бы маленьким он ни был, может быть изготовлен для коррекции цвета одной из коронок, какой бы большой она ни была.

Эта конструкция также обладает другими весьма примечательными преимуществами. Ибо, во-первых, когда корректирующая линза приблизительно сконструирована на основе расчета, основанного на ее предполагаемой апертуре, а также на показателях преломления и дисперсии ее материалов, окончательное и полное рассеивание цвета может быть достигнуто не путем изменения линз путем их новой шлифовки, а путем смещения комбинации ближе к предметному стеклу или дальше от него, в зависимости от обстоятельств, вдоль трубы телескопа с помощью винтового движения, пока условие ахроматичности не будет выполнено наилучшим из возможных способов. И, во-вторых, сферическая аберрация может быть подобным же образом окончательно исправлена путем небольшого разделения линз корректирующего стекла, поверхности которых для этой цели должны иметь кривизну, предварительно определенную расчетным путем, для обеспечения такого способа коррекции — условия, которое, по мнению мистера Роджерса, всегда возможно. Следующее правило, которое он устанавливает для определения фокусов линз корректирующего стекла: 'Фокусное расстояние любой линзы

корректирующего объектива равно фокусному расстоянию предметного стекла в соотношении, составленном из отношения площади апертуры корректирующей линзы к площади апертуры предметного стекла и отношения разницы дисперсионных показателей коронки и кремневого стекла к дисперсионному показателю коронки'. Например, чтобы скорректировать цвет линзы из корончатого или листового стекла с апертурой 9 дюймов и фокусным расстоянием 14 футов (размеры телескопа Фраунгофера в Дерпте) с помощью диска из кремневого стекла диаметром 3 дюйма, фокус любой линзы корректирующего объектива должен составлять около 9 дюймов. Чтобы исправить это с помощью 4-дюймового диска, потребуется фокусировка примерно на 16 дюймах каждый.

Мистер Роджерс замечает, что нет необходимости в том, чтобы корректирующее стекло действовало как плоская линза. Достаточно, если он будет отрегулирован таким образом, чтобы иметь более короткий фокус для красных лучей, чем для фиолетовых. Если, сохраняя это условие, заставить его действовать как вогнутую линзу, преимущество конструкции м-ра Барлоу, заключающееся в уменьшении длины телескопа при той же фокусной мощности, будет обеспечено, и он считает, более того, что путем надлежащей адаптации расстояний, фокусов и т.д., Линз, мы могли бы надеяться объединить со всеми этими преимуществами разрушение вторичного спектра и, таким образом, получить совершенный телескоп.

Приведенное выше является выдержкой из доклада, прочитанного в "Лондонском астрономическом обществе" в апреле 1828 года А. Роджерсом, эсквайром.

Читатель легко поймет, что принцип, по которому мистер Роджерс предлагает сконструировать свой телескоп, очень похож на принцип профессора Барлоу, описанный выше, с той разницей, что корректирующая линза телескопа профессора состоит из прозрачной *жидкости*, в то время как у мистера Роджерса это *твердая* линза, состоящая из выпуклой коронки и вогнутого кремня. Общая цель, предназначенная для достижения обоими способами, одна и та же, а именно, сделать корректирующую линзу сравнительно небольшого диаметра, заменяющую большой диск из кремневого стекла, который до сих пор был очень дорогим и его было очень трудно достать; и аналогично уменьшить длину телескопа, сохраняя при этом преимущество большой фокусирующей способности. Телескоп, основанный на этом принципе, был сконструирован 7 или 8 лет назад мистером Уилсоном, преподавателем философии и химии в Глазго, до того, как он узнал, что мистер Роджерс предложил аналогичный план. У меня была возможность особо осмотреть телескоп мистера Уилсона и испытать его воздействие на земные объекты с высокой мощностью, и в целом я был очень доволен его работой. Он оказался почти идеально ахроматичным и давал отчетливое и *четко очерченное* изображение мельчайших удаленных объектов, таких как маленькие буквы на указателях, на расстоянии 2, 3 и 4 миль. Но у меня не было возможности испытать его воздействие на двойные звезды или какие-либо другие небесные объекты. Длина прибора превышает 6 футов; объектив объекта представляет собой плосковыпуклую линзу из корончатого стекла с фокусным расстоянием 4 фута и диаметром 4 дюйма, плоской стороной рядом с объектом.

На расстоянии 26 дюймов от объектива объекта находится составная линза диаметром 2 дюйма; и две линзы, из которых она состоит, обе отшлифованы до радиуса  $3\frac{1}{2}$  дюйма. Тот, что сделан из корончатого стекла, *плосковыпуклый*, другой, сделанный из кремневого стекла, плосковогнутый и расположен близко друг к другу, выпуклая сторона находится рядом с объектом, а вогнутая сторона - рядом с глазом. Большая преломляющая способность



кремневого стекла делает составное стекло слегка вогнутым по своему эффекту (хотя радиус кривизны у обоих одинаков) и удлиняет фокус до 6 футов от предметного стекла; и, следовательно, это длина инструмента. Размещенный таким образом составной корректор перехватывает все те лучи, которые идут на формирование изображения в поле зрения, создавая там ахроматическое изображение. Сила вогнутости корректора делает изображение крупнее, чем при прямом воспроизведении выпуклой линзой с тем же фокусным расстоянием. Вогнутость корректора ценна еще и в том отношении, что очень незначительное изменение его расстояния до стекла объекта изменяет фокусное расстояние гораздо сильнее, чем если бы оно было простым, и позволяет нам с большой точностью настроить прибор для достижения идеального ахроматизма.

## ГЛАВА V.

### О ТЕЛЕСКОПАХ-ОТРАЖАТЕЛЯХ.

#### РАЗДЕЛ. 1. ИСТОРИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ И ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭТИХ ИНСТРУМЕНТОВ.

Отражающие телескопы - это те, которые представляют изображения удаленных объектов путем отражения, главным образом от вогнутых зеркал.

До изобретения ахроматического телескопа в телескопах-рефракторах было два вопиющих недостатка, которые астрономы 17 века стремились исправить. Первым недостатком была его очень большая длина при большой мощности, что делало его очень громоздким и сложным в использовании. Вторым недостатком была неточность изображения, формируемого одним объективом. Математики продемонстрировали, что пучок лучей не может быть собран в одной точке сферической линзой, а также что изображение, передаваемое такой линзой, будет в некоторой степени искажено. После нескольких попыток исправить этот недостаток путем притирки линз к форме одного из конических сечений, сэр И. Ньютон случайно приступил к исследованию цветов, образуемых призмой; и, обнаружив с помощью этого простого инструмента различную преломляемость лучей света, на которую мы несколько раз ссылались в предыдущих описаниях, он тогда понял, что погрешности телескопов, возникающие только по этой причине, были в несколько сотен раз больше, чем те, которые были вызваны сферической формой линз; что побудило этого прославленного философа обратить свое внимание на различную преломляемость лучей света. внимание к усовершенствованию телескопов за счет отражения.

Принято считать, что мистер Джеймс Грегори - сын преподобного Джона Грегори, священника Драмоука в графстве Абердин, — был первым, кто предложил сконструировать телескоп-рефлектор. Он был молодым человеком незаурядного гения и выдающимся математиком; и в 1663 году, в возрасте всего 24 лет, он опубликовал в Лондоне свой трактат под названием 'Optica Promota', в котором он объяснил теорию того вида телескопа-рефлектора, который до сих пор носит его имя и который, как он заявил, является его собственным изобретением. Но поскольку Грегори, по его собственному признанию, не был наделен механическими способностями и не мог найти рабочего, способного реализовать его изобретение, после нескольких бесплодных попыток создать надлежащую спекулу он был вынужден отказаться от этого занятия; так что этим телескопом долгое время пренебрегали. Прошло несколько лет после того, как Грегори предложил сконструировать телескоп-рефлектор, пока Ньютон

полностью не сосредоточил свое внимание на этом предмете. В письме, адресованном секретарю Королевского общества, датированном февралем 1672 года, он говорит: "Обнаружив, что отражения являются регулярными, так что угол отражения всех видов лучей равен углу падения, я понял, что с их помощью оптические инструменты могут быть доведены до любой мыслимой степени совершенства, при условии, что будет найдено отражающее вещество, которое будет полироваться так же тонко, как стекло, и отражать столько света, сколько пропускает стекло, а также будет получено искусство придания ему параболической формы. Среди этих мыслей меня вынудила покинуть Кембридж разразившаяся чума, и прошло более двух лет, прежде чем я двинулся дальше".

Это было ближе к концу 1668 или в начале следующего года, когда Ньютон, будучи вынужден прибегнуть к рефлекторам и не полагаясь ни на кого из мастеров при изготовлении зеркала, приступил к работе сам и в начале 1672 года завершил два небольших телескопа-рефлектора. В них он придал большому зеркалу сферическую вогнутость, хотя и одобрял параболическую форму, но обнаружил, что не может этого сделать. Эти телескопы имели конструкцию, несколько отличную от предложенной Грегори, и, хотя их длина составляла всего 6 дюймов, считались равными обычному телескопу-рефрактору длиной 6 футов. Однако не мало удивительно, что мы больше ничего не слышим о конструкции отражателей более чем полвека спустя. Только в 1723 году стало известно о создании каких-либо отражателей, приспособленных для наблюдений за небесными телами. В том же году мистер Хэдли, изобретатель отражающего квадранта, известный под своим именем, опубликовал в № 376 журнала *Philosophical Transactions* отчет о большом отражателе по плану Ньютона, который он только что сконструировал, и эффективность которого не оставляла места для сомнений в том, что это изобретение и дальше будет оставаться в неизвестности. Большое зеркало этого прибора имело фокусное расстояние  $62\frac{5}{8}$  дюйма и диаметр 5 дюймов, было снабжено увеличением от 190 до 230 раз, и по своим характеристикам равнялось знаменитому воздушному телескопу Гюйгенса длиной 123 фута.<sup>25</sup> С этого периода телескоп—рефлектор широко использовался астрономами в большинстве стран Европы и претерпел многочисленные усовершенствования под руководством Шорта, Маджа, Эдвардса и Гершеля, последний из которых сконструировал рефлекторы с фокусным расстоянием 7, 10, 20 и даже 40 футов, которые намного превосходили по яркости и увеличительной мощности все инструменты подобного рода, использовавшиеся ранее.

Теперь я перейду к краткому описанию природы телескопа-отражателя и различных форм, в которых их предлагалось сконструировать.

На рис. 62 представлен телескоп-рефлектор в том виде, в каком он был первоначально предложен Грегори. ABEF представляет собой трубку, открытую под углом AF к объекту; на другом конце помещено вогнутое зеркало BE с отверстием CD в центре, фокус которого находится в точке e. Немного дальше от этого фокуса, ближе к объектному концу телескопа AF, расположено еще одно маленькое вогнутое зеркало G, обращенное полированной поверхностью к большому зеркалу и поддерживаемое рычагом GH, прикрепленным к ползуну, соединенному с трубой. На конце большой трубки BE ввинчивается маленькая трубка CDKI, содержащая маленькую плосковыпуклую линзу IK. Таковы основные части этого инструмента и их взаимное расположение. В нашем описании свойств вогнутых зеркал следует помнить (см. стр. 92), что, когда лучи исходят от удаленного объекта и падают на вогнутое зеркало, они рисуют изображение объекта в его фокусе перед зеркалом. Теперь предположим, что два

параллельных луча  $ab$ , падающих на зеркало, НАХОДЯТСЯ в  $cd$ ; они отражаются в его фокус  $e$ , где формируется перевернутое изображение объекта. Это изображение формируется на расстоянии, немного превышающем фокусное расстояние маленького зеркала от его поверхности, и служит как бы для объекта, на который может воздействовать маленькое зеркало. Под действием этого зеркала это первое изображение отражается в точке около  $f$ , где формируется второе изображение, очень большое и вертикальное. Это изображение увеличено в пропорции  $fG$  к  $eG$ , лучи от которого передаются на глазное стекло  $IK$ , через которое глаз воспринимает объект четко после соответствующей настройки.

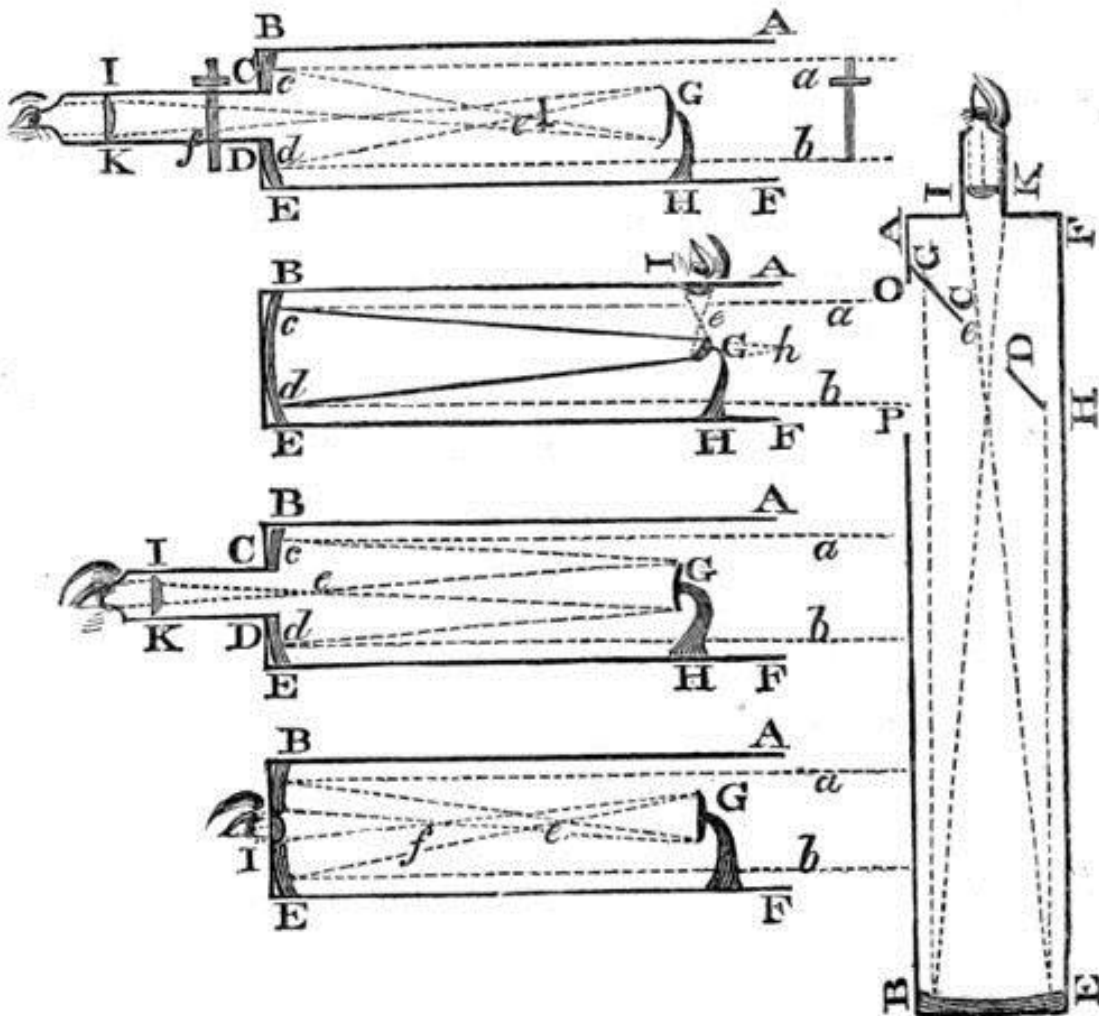
рисунок 66.

рис. 62.

рис. 63.

рис. 64.

рис. 65.



Предположим, что фокусное расстояние большого зеркала составляло 9 дюймов, а фокусное расстояние маленького зеркала  $1\frac{1}{2}$  дюйма — если бы мы сняли окуляр этого телескопа и посмотрели через отверстие большого зеркала, мы увидели бы изображение объекта, изображенное на поверхности малого зеркала и увеличенное в пропорции 9 к  $1\frac{1}{2}$ , или в 6 раз, по тому же принципу, что и обычное выпуклое предметное стекло с фокусным расстоянием 9 дюймов, при этом окуляр с фокусом  $1\frac{1}{2}$  дюйма увеличивает изображение в 6 раз. Это можно рассматривать как первую часть увеличительной силы. Если теперь мы предположим, что малое

зеркало расположено на расстоянии чуть более  $1\frac{1}{2}$  дюйма от изображения, формируемого большим зеркалом, то образуется второе изображение примерно на  $f$ , настолько превышающее первое по своим размерам, насколько оно превышает его по расстоянию от малого зеркала, по принципу, по которому предметное стекло составного микроскопа формирует большое изображение рядом с глазным стеклом. Предположим, что это расстояние в 9 раз больше, тогда общая увеличительная сила составит 6, умноженное на 9, или 54 раза. В телескопе это увеличивает в 6 раз, а в микроскопе - в 9 раз.—Таковообщее представление о григорианском телескопе, мельчайшие детали и структура которого могут быть ясно различимы только при непосредственном осмотре инструмента.

*Ньютоновский отражатель.*—Этот инструмент несколько отличается как по форме, так и по способу работы от прибора Грегори. Это представлено на рис. 63, где BAЕF - трубка, а BE - вогнутое зеркало объекта, которое отражает параллельные лучи  $ab$  к плоскому зеркалу G, расположенному под углом  $45^\circ$  или половиной прямого угла к оси вогнутого зеркала. Этот небольшой плоский отражатель должен иметь овальную форму, длина овала должна соответствовать ширине от 7 до 5, учитывая наклон его расположения. Он опирается на рычаг, прикрепленный сбоку к трубке; в маленькую трубку помещается монокуляр, который может перемещаться в трубке большего размера так, чтобы он был перпендикулярен оси большого отражателя, причем перпендикулярная линия проходит через центр маленького зеркала. Маленькое зеркало расположено между большим зеркалом и его фокусом, так что его расстояние от этой фокусной точки может быть равно расстоянию от центра зеркала до фокуса монокуляра. Когда лучи  $ab$  от удаленного объекта падают на большое зеркало в точке  $cd$ , они отражаются к фокусу в точке  $h$ ; но, будучи перехваченными плоским зеркалом G, они отражаются перпендикулярно стеклу в точке  $l$ , сбоку от трубки, и изображение, сформированное вблизи этого положения в точке  $e$ , просматривается через маленькую плосковыпуклую линзу. Увеличительная способность этого телескопа пропорциональна фокусному расстоянию зеркала к фокусному расстоянию бинокля. Таким образом, если фокусное расстояние зеркала составляет 36 дюймов, а у бинокля -  $\frac{1}{3}$  дюйма, то увеличительная сила составит 108 раз. Именно эту форму телескопа-рефлектора изобрел Ньютон, которую перенял сэръ У. Гершель и с помощью которой он сделал большинство своих наблюдений и открытий.

*Кассегрейновский отражатель.*—Этот режим работы телескопа-рефлектора, предложенный французом М. Кассегреном, представлен на рис. 64. Он сконструирован так же, как григорианский, за исключением того, что маленькоевыпуклое зеркало G заменено в комнате маленьким вогнутым в конструкции Грегори. Поскольку фокус выпуклого зеркала отрицательный, его размещают на расстоянии от большого зеркала, равном разнице их фокусов, то есть, если фокусное расстояние большого зеркала составляет 18 дюймов, а малого выпуклого - 2 дюйма, они располагаются на расстоянии 16 дюймов друг от друга по принципу, аналогичному принципу галилеевского телескопа, в котором вогнутое окуляр-стекло помещается в фокус предметного стекла на расстояние, равное фокусному расстоянию окуляра. В этом телескопе, аналогично, вместо двух формируется толькоодно изображение, а именно то, что находится в фокусе окуляра; и по этой причине некоторые придерживаются мнения, что отчетливость значительно выше, чем в григорианском. Мистер Рамсден придерживался мнения, что эта конструкция предпочтительнее любого из первых отражателей, потому что аберрации двух металлов имеют тенденцию исправлять друг друга, тогда как в григорианском варианте оба металла являются вогнутыми, и любая ошибка в зеркале будет

удвоена. По его мнению, отклонения в кассеграновской конструкции от григорианской составляют от 3 до 5. Длина этого телескопа короче, чем у григорианского с равным фокусным расстоянием, в два раза больше фокусного расстояния маленького зеркала, и он показывает все в *перевернутом* положении и, следовательно, не приспособлен для наблюдения наземных объектов.

*Отражатель доктора Хука.*— До того, как телескоп-рефлектор стал широко известен, доктор Хук изобрел телескоп, форма которого представлена на рис. 65, который практически ничем не отличается от григорианского, за исключением того, что глазное стекло I помещено в отверстие большого зеркала BE.

*Рефлектор Мартина.*— Мистер Бенгамин Мартин, выдающийся писатель в области оптики и философии, около столетия назад описал новую форму телескопа-рефлектора, приближающуюся к ньютоновской структуре, которую он изобрел для собственного использования. Он представлен на рис. 66. ABEF - это трубка, в верхней части которой имеется отверстие OP. Против этого отверстия внутри трубки помещено большое плоское зеркало GH, расположенное под половиной прямого угла к оси или боковым сторонам трубок, с отверстием CD, перфорированным посередине. Параллельные лучи *ab*, падающие на наклонную плоскость GH, отражаются перпендикулярно и параллельно большому зеркалу BE в нижней части трубки. Оттуда они отражаются, сходясь к фокусу *e* через отверстие плоского зеркала CD, которое также является фокусом монокля IK, поэтому глаз будет воспринимать объект увеличенным и отчетливым.

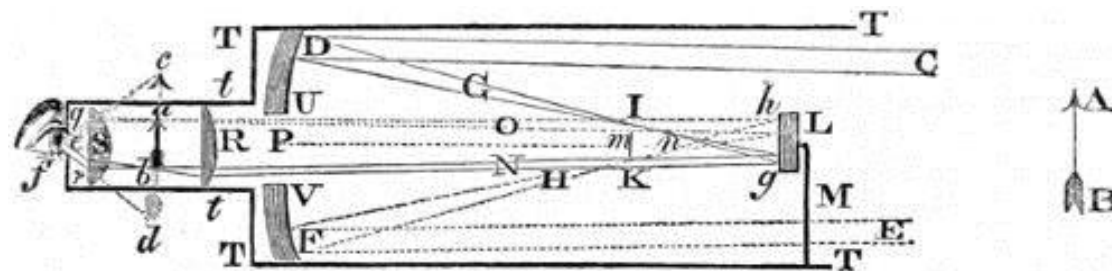
На рисунках, упомянутых в приведенных выше описаниях, представлен только один окуляр, чтобы избежать усложнений; но в большинстве телескопов-рефлекторов окуляр состоит из комбинации двух плосковыпуклых стекол, как показано на рис. 67, что обеспечивает более правильное и большее поле зрения, чем одна линза. Эта комбинация обычно известна под названием *окуляра Гюйгенева*, который будет описан в разделе, посвященном *окулярам* телескопов.

Для определения увеличительной способности григорианского телескопа было дано следующее правило: — Умножьте фокусное расстояние большого зеркала на расстояние малого зеркала от изображения рядом с глазом; и умножьте фокусное расстояние малого зеркала на фокусное расстояние бинокля; затем разделите произведение первого умножения на произведение последнего, и частное будет выражать увеличительную силу. Ниже приведены размеры одного из телескопов-отражателей, сконструированных мистером Шортом, который долгое время считался самым выдающимся производителем подобных приборов в крупных масштабах, и чьи большие отражатели до сих пор можно найти в различных обсерваториях по всей Европе.

Фокусное расстояние большого зеркала 9,6 дюйма; или  $P m$ , рис. 67, его ширина  $FD 2,3$ ; фокусное расстояние малого зеркала  $L n 1,5$ —или  $1\frac{1}{2}$  дюйма — его ширина  $gh 0,6$ —или  $\frac{6}{10}$  дюймов; ширина отверстия в большом зеркале  $UV, 0,5$ —или полдюйма — расстояние между маленьким зеркалом и следующим стеклом для глаз  $LR, 14,2$ ; расстояние между двумя стеклами для глаз  $SR - 2,4$ ; фокусное расстояние стекла для глаз рядом с металлом -  $3,8$ .; и фокусное расстояние стекла для глаз рядом с глазом -  $S a 1,1$ , или один дюйм и одна десятая. Увеличительная мощность этого телескопа составляла около 60 раз. Взяв этот телескоп за

стандарт, была рассчитана следующая таблица размеров и увеличительной силы григорианских телескопов-отражателей, сконструированных мистером Шортом.

рисунок 67.



#### ИНДЕКС:

A: Фокусное расстояние большого зеркала.

B: Ширина большого зеркала.

C: Фокус малого зеркала.

D: Ширина отверстия в большом зеркале.

E: Расстояние между маленьким зеркалом и первым стеклом для глаз.

F: фокусное расстояние стекла, следующего за металлами.

G: Фокусное расстояние стекла рядом с глазом.

H: расстояние между гладкими сторонами двух стекол.

I: Сила увеличения.

J: Расстояние между вторым стеклом и маленьким отверстием для глаза.

| A.          |    | B.          |    | C.          |    | D.          |    | E.          |    |
|-------------|----|-------------|----|-------------|----|-------------|----|-------------|----|
| П           | М  | Д           | Ф  | л           | н  | У           | В  | Л           | Р  |
| в. Декабря. |    | В. Декабря. |    | В. Декабря. |    | В. Декабря. |    | В. Декабря. |    |
| 5.          | 65 | 1.          | 54 | 1.          | 10 | 0.          | 31 | 8.          | 54 |
| 9.          | 60 | 2.          | 30 | 1.          | 50 | 0.          | 39 | 14.         | 61 |
| 15.         | 50 | 3.          | 30 | 2.          | 14 | 0.          | 50 | 23.         | 81 |
| 36.         | 00 | 6.          | 26 | 3.          | 43 | 0.          | 65 | 41.         | 16 |
| 60.         | 00 | 9.          | 21 | 5.          | 00 | 0.          | 85 | 68.         | 17 |

| Ф.          |    | Г.          |    | Н.          |    | И.  |       |
|-------------|----|-------------|----|-------------|----|-----|-------|
| Р           |    | З           |    | Р           | Ы  | Дж. |       |
| В. Декабря. |    | В. Декабря. |    | В. Декабря. |    | В.  |       |
| 2.          | 44 | 0.          | 81 | 1.          | 68 | 39  | 0. 41 |
| 3.          | 13 | 1.          | 04 | 2.          | 09 | 39  | 0. 53 |
| 3.          | 94 | 1.          | 31 | 2.          | 63 | 86  | 0. 66 |
| 5.          | 12 | 1.          | 71 | 3.          | 41 | 165 | 0. 85 |

Мистер Шорт— родившийся в Эдинбурге в 1710 году и умерший недалеко от Лондона в 1768 году, считался самым точным конструктором телескопов-отражателей в период с 1732 по 1768 год. В 1743 году он сконструировал отражатель для лорда Томаса Спенсера с фокусным расстоянием 12 футов, за который получил 600 гиней. Он изготовил несколько других телескопов с таким же фокусным расстоянием, с большими усовершенствованиями и увеличительными стеклами; а в 1752 году закончил один из них для короля Испании, за который вместе со всем аппаратом получил 1200 фунтов стерлингов. Это считалось самым благородным инструментом в своем роде, который когда-либо был сконструирован, и, возможно, он никогда не был превзойден, пока Гершель не сконструировал свои двадцатифутовые и сорокафутовые отражатели. Какими бы высокими ни были цены на большие телескопы в настоящее время, мистер Шорт взимал плату за свои инструменты по гораздо более высокой ставке, чем сейчас делают оптики, хотя стоимость рабочей силы и всех других предметов, необходимых для изготовления телескопа, теперь намного дороже. Но тогда у него почти не было конкурентов, и он не жалел ни сил, ни средств, чтобы довести свои телескопы до совершенства, и назначил за них такую цену, которая должным образом окупала его. Следующая таблица содержит информацию об апертурах, мощности и стоимости григорианских телескопов, сконструированных мистером Джеймсом Шортом.<sup>26</sup>

#### ИНДЕКС:

A: число.

B: фокусное расстояние в дюймах.

C: Диаметр отверстия в дюймах.

D: Цены в гинейх.

| A. | B.  | C.   | Увеличительные степени.            | D.  |
|----|-----|------|------------------------------------|-----|
| 1  | 3   | 1.1  | 1 Степень 18 раз                   | 3   |
| 2  | 4½  | 1.3  | 1 Степень 25 раз                   | 4   |
| 3  | 7   | 1.9  | 1 Степень 40 раз                   | 6   |
| 4  | 9½  | 2.5  | 2 Степени 40 и 60 раз              | 8   |
| 5} | 12  | 3.0  | 2 Степени 55 и 85 раз              | 10  |
| 6} | 12  | 3,0  | 4 степени 35, 55, 85 и 110 раз     | 14  |
| 7  | 18  | 3,8  | 4 степени 55, 95, 130 и 200 раз    | 20  |
| 8  | 24  | 4,5  | 4 степени 90, 150, 230 и 300 раз   | 35  |
| 9  | 36  | 6,3  | 4 степени 100, 200, 300 и 400 раз  | 75  |
| 10 | 48  | 7,6  | 4 степени 120, 260, 380 и 500 раз  | 100 |
| 11 | 72  | 12,2 | 4 степени 200, 400, 600 и 800 раз  | 300 |
| 12 | 144 | 18,0 | 4 степени 300, 600, 900 и 1200 раз | 800 |

Из этой таблицы следует, что мистер Шорт брал 75 гиней за трехфутовый отражатель, тогда как в настоящее время такой инструмент в каталогах лондонских оптиков стоит 23 фунта стерлингов при установке на обычную латунную подставку и 39,18 фунтов стерлингов при использовании реечных механизмов и другого оборудования. Теперь всем понятно, что в приведенной выше таблице Шорт всегда *сильно переоценивал* более высокие мощности своих телескопов. Экспериментально было обнаружено, что они, как правило, *увеличиваются гораздо меньше*, чем здесь указано.

*Общие замечания по григорианским отражателям.* -1. Что касается отверстия UV большого зеркала, то его диаметр должен быть равен или почти равен диаметру малого зеркала L, рис. 67. Ибо, если оно меньше, параллельных лучей будет отражено не больше, чем если бы оно было равно  $gh$ , и это может нанести вред, поскольку сужает видимую область в слишком узких пределах. Оно также не должно быть больше зеркала L, потому что тогда будут потеряны некоторые параллельные лучи, причем наиболее важные, поскольку находятся ближе всего к центру. 2. Маленькое отверстие в точечке, к которому прикладывается глаз, должно быть точно подогнано под размер конуса лучей, исходящих от ближайшей линзы S. Если оно будет больше, оно позволит постороннему свету неба или других объектов попадать в глаз, чтобы препятствовать отчетливому зрению; ибо глаз не должен получать никакого света, кроме того, что исходит от поверхности маленького зеркальца L. Если отверстие будет меньше цилиндра лучей в точке  $e$ , то часть необходимого света будет исключена, и объект станет более затемненным. Диаметр этого отверстия можно определить, разделив апертуру телескопа в дюймах на его увеличительную силу. Таким образом, если мы разделим диаметр одного из телескопов Шорта, диаметр большого зеркала которого равен 2,30, на 60, увеличивающую силу, частное составит 0,0383, что почти равно  $\frac{1}{25}$ -й части дюйма. Иногда это отверстие делается таким маленьким, как  $\frac{1}{50}$  дюймов. Когда это отверстие по какой-либо причине смещается из своего надлежащего положения, иногда требуется большая тщательность для его регулировки, и до того, как оно будет точно отрегулировано, телескоп становится непригодным для точного наблюдения. 3. Обычно в месте  $a b$ , в фокусе глазных стекол, устанавливается пластинка с отверстием такого диаметра, который ограничивает изображение, чтобы показывать только ту его часть, которая кажется отчетливой, и исключать лишние лучи. 4. На внешней стороне большой трубки имеется регулировочный винт, соединенный с малым зеркалом, с помощью которого это зеркало можно перемещать назад или вперед, чтобы настроить прибор на четкое зрение. Рука применяется для этой цели в точке T.

*Ньютоновские телескопы.* — Эти телескопы сейчас чаще используются для наблюдений за небесными телами, чем в прошлом столетии, когда предпочтение обычно отдавалось григорианским отражателям. Сэр У. Гершель сыграл главную роль в привлечении к этой форме телескопа-рефлектора более пристального внимания астрономов благодаря великолепию и масштабности открытий, которые она позволила ему совершить. В этом телескопе не требуется отверстия в середине большого зеркала, как в григорианской конструкции, что обеспечивает использование всех лучей, исходящих из центральных частей зеркала.

Следующая таблица содержит информацию об апертурах и увеличительной способности ньютоновских телескопов, а также о фокусных расстояниях их окуляров. В первом столбце указано фокусное расстояние большого зеркала в футах; во втором - его линейная апертура в дюймах; в третьем - фокусное расстояние отдельного стекла в десятичных дробях, или в 1000-х долях дюйма, а в четвертом столбце указана увеличительная мощность. Эта часть таблицы была



составлена с использованием размеров ньютоновского телескопа мистера Хэдли, который ранее считался стандартным— фокусное расстояние большого зеркала составляет  $62\frac{1}{2}$  дюйма, его средняя апертура - 5 дюймов, а мощность - 208. Пятая, шестая и седьмая колонки содержат апертуры вогнутого зеркала, фокусные расстояния очков и увеличительную силу, рассчитанные сэром Д. Брюстером по телескопу мистера Хауксби, взятому за стандарт; фокусное расстояние которого составляло 3 фута 3 дюйма, апертура около 4 дюймов, а сила увеличения - 226 раз.

#### ИНДЕКС:

A: фокусное расстояние вогнутого металла.

B: апертура вогнутого металла.

C: фокусное расстояние одиночного стекла.

D: Увеличительная мощность.

E: Апертура вогнутого зеркала.

F: Фокусное расстояние стекла для глаз.

G: Увеличительная сила.

#### Сэр Д. Брюстер чисел.

| А.     | Б.      |          | С. |          | Д.  | Е.      |          | Ф. |          | Г.  |
|--------|---------|----------|----|----------|-----|---------|----------|----|----------|-----|
| Футов. | Дюймов. | Декабря. | В. | Декабря. |     | Дюймов. | Декабря. | В. | Декабря. |     |
| 0½     | 0.      | 86       | 0. | 167      | 36  | 1.      | 34       | 0. | 107      | 56  |
| 1      | 1.      | 44       | 0. | 199      | 60  | 2.      | 23       | 0. | 129      | 93  |
| 2      | 2.      | 45       | 0. | 236      | 102 | 3.      | 79       | 0. | 152      | 158 |
| 3      | 3.      | 31       | 0. | 261      | 138 | 5.      | 14       | 0. | 168      | 214 |
| 4      | 4.      | 10       | 0. | 281      | 171 | 6.      | 36       | 0. | 181      | 265 |
| 5      | 4.      | 85       | 0. | 297      | 202 | 7.      | 51       | 0. | 192      | 313 |
| 6      | 5.      | 57       | 0. | 311      | 232 | 8.      | 64       | 0. | 200=1/5  | 360 |
| 7      | 6.      | 24       | 0. | 323      | 260 | 9.      | 67       | 0. | 209      | 403 |
| 8      | 6.      | 89       | 0. | 334      | 287 | 10.     | 44       | 0. | 218      | 445 |
| 9      | 7.      | 54       | 0. | 344      | 314 | 11.     | 69       | 0. | 222      | 487 |
| 10     | 8.      | 16       | 0. | 353      | 340 | 12.     | 65       | 0. | 228      | 527 |
| 11     | 8.      | 76       | 0. | 362      | 365 | 13.     | 58       | 0. | 233      | 566 |
| 12     | 9.      | 36       | 0. | 367      | 390 | 14.     | 50       | 0. | 238      | 604 |
| 13     | 9.      | 94       | 0. | 377      | 414 | 15.     | 41       | 0. | 243      | 642 |
| 14     | 10.     | 49       | 0. | 384      | 437 | 16.     | 25       | 0. | 248      | 677 |
| 15     | 11.     | 04       | 0. | 391      | 460 | 17.     | 11       | 0. | 252      | 713 |
| 16     | 11.     | 59       | 0. | 397      | 483 | 17.     | 98       | 0. | 256      | 749 |
| 17     | 12.     | 14       | 0. | 403      | 506 | 18.     | 82       | 0. | 260      | 784 |
| 18     | 12.     | 67       | 0. | 409      | 528 | 19.     | 63       | 0. | 264      | 818 |
| 19     | 13.     | 20       | 0. | 414      | 550 | 20.     | 45       | 0. | 268      | 852 |
| 20     | 13.     | 71       | 0. | 420      | 571 | 21.     | 24       | 0. | 271      | 885 |

Одним из больших преимуществ телескопов-отражателей перед обычными рефракторами является то, что они допускают использование очков с гораздо меньшим фокусным расстоянием и, следовательно, увеличивают изображение намного сильнее, поскольку лучи не окрашиваются отражением от вогнутого зеркала, если оно отшлифовано до правильной формы, как при прохождении через выпуклое стекло, хотя оно и отшлифовано с предельной точностью. Из приведенной выше таблицы видно, что фокусное расстояние очков очень мало, наименьшее указанное там значение составляет всего около  $\frac{1}{10}$  дюймов, а максимальное - немногим более  $\frac{1}{4}$  дюйма фокусного расстояния. Сэр У. Гершель добился высокой мощности, которую он иногда применял к своим телескопам, используя маленькие двойные выпуклые линзы для очков, фокусное расстояние некоторых из которых не превышало *одной пятидесятой дюйма*. Когда задано фокусное расстояние вогнутого зеркала и увеличительное стекло для глаз, увеличительная сила определяется путем деления первого на второе после уменьшения фокусного расстояния вогнутого зеркала до дюймов. Таким образом, 6-футовое зеркало, умноженное на 12, дает 72 дюйма, что, деленное на число Брюстера для фокусировки глазного стекла = 200, или  $\frac{1}{5}$  дюйма, дает коэффициент 360 в качестве увеличительной силы. Было подсчитано, что если металлы ньютоновского телескопа обрабатываются так же тщательно, как металлы 7-футового отражателя сэра У. Гершеля, то наибольшую мощность, которую такой телескоп должен выдерживать с совершенной отчетливостью, можно найти, умножив диаметр большого зеркала в дюймах на 74, а фокусное расстояние монокуляра можно найти, разделив фокусное расстояние большого зеркала на увеличительную мощность. Таким образом, 6,25 - апертура в дюймах 7 футов по Ньютону Гершеля, умноженная на 74, составляет 462½, увеличительная сила; а 7, умноженное на 12 и разделенное на 462,5, составляет 0,182 дюйма, требуемое фокусное расстояние монокуляра. Но редко бывает, чтобы более половины этой энергии могло быть эффективно применено к какому-либо из планетных тел. Для общих целей мощность, получаемая путем умножения диаметра зеркала на 30 или 40, будет признана наиболее удовлетворительной.

Ниже приведены общие цены на телескопы-рефлекторы, изготовленные лондонскими оптиками.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | £  | s. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| четырефутовая семидюймовая апертура, григорианский отражатель; с вертикальными перемещениями по новому изобретенному принципу, а также приспособлениями для придания трубе большей устойчивости при наблюдении; в соответствии с дополнительным оборудованием в виде небольших зеркал, окуляров, микрометров и т.д. От | 80 | 0  |
| Длиной три фута, установленных на простой латунной подставке                                                                                                                                                                                                                                                           | 23 | 2  |
| аналогично, с реечными перемещениями, улучшенным креплением и металлами                                                                                                                                                                                                                                                | 39 | 18 |
| Длиной два фута без реечных перемещений, и с 4-кратным увеличением, улучшенное                                                                                                                                                                                                                                         | 15 | 15 |
| То же самое с движением в стойке                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 22 | 1  |
| Восемнадцатидюймовое изображение на простой подставке                                                                                                                                                                                                                                                                  | 9  | 9  |
| Двенадцатидюймовое то же самое                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6  | 6  |

Указанные выше цены указаны в каталоге господ У. и С. Джонсов.

Следующий список цен на различные типы телескопов-отражателей взят из каталога мистера Талли (Излингтон).

|                                                                                                                                         | £   | С. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 1 фут <i>Григорианский</i> отражатель, на столп и коготь подставка, металл 2½ дюйма диаметром, упакованные в коробку из красного дерева | 6   | 6  |
| 1½ стопы так же, на столбе и коготь подставка, металл 3 дюйма диаметром, упакованные в коробку из красного дерева                       | 11  | 11 |
| 2 ноги же, металл 4 дюймов диаметр                                                                                                      | 16  | 16 |
| Дитто, Дитто, с помощью стойки-движения,                                                                                                | 25  | 4  |
| 3 ноги же, металл 5 дюймов диаметром, с шкафом-движения                                                                                 | 42  | 0  |
| Дитто металлическая 6 дюймов в диаметре, на штатив, с центром тяжести движения                                                          | 68  | 5  |
| 4 ноги же, металлические 7 см диаметр, как указано выше                                                                                 | 105 | 0  |
| 6 футов Дитто, металл 9 дюймов в диаметре, на улучшение подставка под утюг                                                              | 210 | 0  |
| 7 футов <i>ньютоновских</i> рефлекторов, 6 дюймов диафрагма, установленные на новой усовершенствованной подставкой                      | 105 | 0  |
| Дитто, Дитто, металл 7 см диаметр                                                                                                       | 126 | 0  |
| 9 футов Дитто металла 9 дюймов диаметр                                                                                                  | 210 | 0  |
| 10 футов Дитто, металл 10 дюймов диаметр                                                                                                | 315 | 0  |
| 12 футов Дитто, металл 12 дюймов диаметр                                                                                                | 525 | 0  |

*Сравнительная яркость ахроматического и отражающего телескопов.* Покойный королевский астроном доктор Маскелайн, сравнивая различные телескопы, пришел к следующему выводу: "Апертура обычного телескопа—отражателя, чтобы показывать объекты столь же яркие, как ахроматический, должна быть равна апертуре ахроматического телескопа 8 к 5", другими словами, ахроматический телескоп, объективное стекло которого имеет диаметр 5 дюймов, будет показывать объекты с такой же степенью яркости, как и рефлектор, большое зеркало которого имеет диаметр 8 дюймов. Этот результат, если он верен, должен быть обусловлен малым количеством лучей, отраженных от зеркала, по сравнению с количеством, проходящим через ахроматическое предметное стекло.

## *РАЗДЕЛ. 2. ТЕЛЕСКОП ГЕРШЕЛЯ.*

Вскоре после того, как сэр Уильям Гершель начал свою астрономическую карьеру, он открыл новую эру в истории телескопов-отражателей. После того, как он отлил и отполировал огромное разнообразие зеркал для телескопов разных размеров, он, наконец, в 1782 году закончил 20-футовый отражатель с большой апертурой. Чувствуя огромное количество света, которое теряется при повторном отражении от маленького зеркальца, он решил вообще отказаться от него и установил этот 20-футовый отражатель на подставке, которая допускала использование без маленького зеркальца *прифронтальных наблюдений*, то есть сидя спиной к объекту и глядя прямо на поверхность зеркала. Многие из его открытий и измерений двойных звезд были сделаны с помощью этого инструмента, пока, наконец, в 1785 году он не завершил работу над этим гигантским зеркалом, которое вскоре стало объектом всеобщего изумления и которое предназначалось для его *сорокафутового* телескопа-рефлектора; он так преуспел в создании

телескопов-рефлекторов со сравнительно малой апертурой, что они будут иметь более высокую увеличительную силу, чем когда-либо применявшиеся ранее; но он обнаружил, что недостаток света может быть устранен только увеличением диаметра большого зеркала, которое, следовательно, было его главной целью, когда он взялся за выполнение работы, которая менее предприимчивому человеку показалась бы невыполнимой. Трудности, которые ему приходилось преодолевать, были многочисленными; особенно в оперативном отделе подготовки, плавки, отжига, шлифования и полировки металлической массы, которая была слишком громоздкой, чтобы ее можно было перемещать без помощи механических сил. Наконец, однако, когда все трудности были преодолены, этот великолепный инструмент был завершен со всем своим сложным оборудованием и установлен для наблюдения 28 августа 1789 года, и в тот же день был обнаружен шестой спутник Сатурна, как прелюдия к еще более дальнейшим открытиям, которые впоследствии были сделаны этим инструментом в небесных областях.

Было бы слишком утомительно пытаться описать все механизмы, связанные с этим благородным инструментом. Читатель, который пожелает ознакомиться с подробным описанием лестниц, стремянок, платформы, роликов и всех обстоятельств, относящихся к столярной, плотницкой и кузнечной работе, а также других деталей, связанных с созданием и установкой этого телескопа, найдет подробности, зафиксированные в 85-м томе "Философских трудов Лондонского королевского общества" за 1795 год, в котором шестьдесят три страницы letter press и восемнадцать табличек, иллюстрирующих этот предмет. Я ограничусь кратким описанием основных частей, входящих в состав этого инструмента.

The Труба этой подозрительной трубы изготовлена из проката или листового железа, соединенных между собой без заклепок; толщина листов несколько меньше, чем  $\frac{1}{36}$  частей дюйма, или 14 фунтов веса квадратного фута; большое внимание уделялось тому, чтобы закрепить цилиндрическую форму, и все это было три или четыре раза покрыто краской, изнутри и снаружи, для защиты от сырости. Эта труба была снята с того места, где она была сформирована, двадцатью четырьмя мужчинами, разделенными на шесть групп; так что двое мужчин с каждой стороны, с шестом длиной 5 футов в руках, к которому был прикреплен кусок курсовой ткани длиной 7 футов, проходящий под трубой, и присоединенный к шесту длиной 5 футов в руках двух других мужчин, помогали нести трубу. Длина этой трубки составляет 39 футов 4 дюйма, диаметр - 4 фута 10 дюймов; и, по скромным подсчетам, было установлено, что деревянная трубка соответствующих размеров превосходила бы железную по весу по крайней мере на 3000 фунтов. Считая окружность трубы 15 футов, ее длину  $39\frac{1}{2}$  футов и 14 либ. при весе квадратного фута он должен был содержать 590 квадратных футов и весить 8 260 фунтов. Внутри трубы были закреплены различные обручи, а к двум концам трубы прикреплены продольные железные стержни, соединяющие некоторые из них, для скрепления листов и сохранения идеальной формы, когда применяются шкивы для придания необходимой высоты верхнему концу и для надежного удержания зеркала на нижнем конце. Нижний конец трубы прочно опирается на ролики, которые могут перемещаться вперед или назад с помощью двойной рейки, соединенной с набором колес и шестерен. С помощью регулировки на нижнем конце трубки зеркальце поворачивается под небольшим наклоном, так что линия коллимации может не совпадать с продольной осью трубки, а пересекать трубку по диагонали и встречаться с глазом в воздухе примерно в двух дюймах от края трубки, что является особенностью конструкции, которая устраняет необходимость применения второго отражателя. Следовательно, никакая часть головы наблюдателя не перехватывает падающие лучи, и

наблюдение ведется лицом, смотрящим в зеркало, при этом спина повернута к наблюдаемому объекту.

Большое зеркало заключено в прочное железное кольцо, укрепленное поперек железными прутьями, а корпус из железа и десяти листов служит для него футляром. Он поднимается с помощью трех железных ручек, прикрепленных по бокам кольца, и вставляется в нужное место в трубе с помощью подвижного крана, работающего на тележке, эксплуатация которого требует большой осторожности. Зеркало изготовлено из металла и имеет диаметр 49 с половиной дюймов, но вогнутая полированная поверхность имеет всего 48 дюймов, или 4 фута в диаметре. Его толщина составляет 31 дюйм, а когда он был отлит, его вес составлял 2118 фунтов. Металлы для его изготовления были приобретены на складе на Темз-стрит в Лондоне, где хранились готовые слитки двух видов: один из белого, а другой из колокольного металла; и он состоял из двух слитков колокольного металла для одного из белого. Нельзя было ожидать, что зеркалу таких больших размеров можно придать идеальную форму на его поверхности, или что изгиб, каким бы он ни был, останется идентично неизменным при изменении температуры; поэтому мы не удивляемся, когда нам говорят, что увеличительная сила, используемая в этом телескопе, редко превышала 200; количество света, собираемого такой большой поверхностью, является основной целью создателя. Подъем балкона, на котором стоит наблюдатель, и перемещение нижнего конца трубы, в которой покоится зеркало, осуществляются с помощью отдельных рычагов и требуют лишь случайных движений; но для подъема телескопа требуется использовать основной рычаг, и перемещение обычно сразу указывалось по высоте на два градуса; ширина зоны, в которой производились наблюдения, поскольку движение сферы при прямом подъеме приводило объекты в поле зрения. Однако за звездой можно было следить около четверти часа. В использовании этого телескопа были задействованы три человека: один работал со снастями, другой наблюдал, а третий отмечал результаты наблюдений. Высота указывалась маленьким квадрантом, прикрепленным к главной трубе у нижнего конца, но полярное расстояние указывалось механизмом, приводимым в движение ниткой, которая постоянно показывала градус и минуту на циферблате в маленьком домике по соседству, в то время как время показывали часы в том же месте, где мисс Гершель выполняла обязанности регистратора.

На верхнем конце трубка открыта и направлена в ту часть неба, которая предназначена для наблюдения, и наблюдатель, стоя на подножке, смотрит вниз в трубку и воспринимает объект по лучам, отраженным от зеркала, через глазное стекло в отверстии трубки. Когда телескоп направлен на какие-либо объекты, находящиеся вблизи зенита, наблюдатель обязательно находится на высоте не менее 40 футов от земли. Рядом с глазным стеклом находится конец жестяной трубки, в которую может быть вставлен мундштук, чтобы во время наблюдения человек мог направлять свой голос в эту трубку, в то время как его глаз направлен на стекло. Эта труба диаметром 1½ дюйма спускается к нижней части трубы, где переходит в поворотное соединение, оттуда в вытяжную трубу, а из нее в другое поворотное соединение, откуда она продолжается набором скользящих труб по направлению к передней части фундаментного бруса. Его используют для передачи голоса наблюдателя его помощникам, поскольку в последнем месте он разделяется на две ветви, одна из которых ведет в обсерваторию, другая - в комнату рабочего, поднимаясь в обоих местах по полу и заканчиваясь обычной формой говорящих труб. Хотя голос проходит таким образом через трубку со многими интонациями и на расстоянии не менее 115 футов, для того, чтобы его хорошо поняли, требуется совсем немного усилий.

Чтобы по своему усмотрению направить столь громоздкое тело в любую часть небес, очевидно, требовалось множество механических приспособлений. Все устройство опирается на ролики, и предварительно было позаботилось о фундаменте в грунте. Он состоит из концентрических кирпичных стен, самая внешняя - 42 фута, самая внутренняя - 21 фут в диаметре, глубина под землей - 2 фута 6 дюймов, ширина внизу - 2 фута 3 дюйма, сверху - 1 фут 2 дюйма, выложенных брусчаткой толщиной 3 дюйма и шириной 12½ дюйма.

В центре находится большой дубовый столб, скрепленный скобами под землей и крепко обнесенный кирпичной кладкой для придания ему устойчивости. Вокруг этого центра вся рама перемещается горизонтально с помощью 20 роликов, 12 из которых расположены на внешней и 8 - на внутренней стенке. Вертикальное движение инструменту придается с помощью канатов и тег, проходящих по главной балке, поддерживаемой лестницами. Длина этих лестниц составляет 49 футов, и имеется подвижная галерея с 24 роликами для облегчения ее перемещения. Существует лестница, предназначенная для тех, кто хочет подняться на галерею, не будучи обязанным подниматься по лестнице. Легкость, с которой горизонтальные и вертикальные движения могут передаваться трубе, можно представить из замечания сэра У. Гершеля, что в 1789 году он несколько раз наблюдал Сатурн за два или три часа до и после прохождения им меридиана с одним человеком, который продолжал, по его указанию, необходимые горизонтальные и вертикальные движения.

С помощью этого телескопа были обнаружены шестой и седьмой спутники Сатурна, только один из которых находится в пределах досягаемости 20-футового отражателя или даже 25-футового прибора. Открытие спутников планеты Уран, однако, было сделано с помощью 20-футового отражателя, но только после того, как он был преобразован с ньютоновской конструкции на гершелевскую, что является доказательством превосходства последней конструкции над первой при использовании того же зеркала. Никогда прежде небеса не наблюдались с помощью такого необычного прибора, как сорокафутовый рефлектор. Туманности, которые встречаются среди неподвижных звезд в различных областях неба, казалось, почти все превратились в неисчислимое множество звезд; другие, доселе незаметные, казалось, приобрели отчетливый свет. При входе Сириуса в поле зрения телескопа глаз подвергся такому сильному воздействию, что звезды меньшей величины не могли быть сразу же замечены; и пришлось подождать 20 минут, прежде чем эти звезды можно было наблюдать. Кольцо Сатурна всегда раньше переставало быть видимым, когда его плоскость была направлена к земле; но слабого света, который оно отражало в этом положении, было достаточно для инструмента Гершеля, и кольцо даже тогда все еще оставалось видимым для него.

Обычно считалось, что этот телескоп был способен передавать мощность в 6000 раз; и, возможно, в целях эксперимента и для проверки его воздействия на определенные объекты могла быть применена такая мощность, — в этом случае фокусное расстояние в окуляре должно было составлять всего  $2/25$ , то есть несколько меньше одной двенадцатой дюйма. Но такая энергия не могла быть обычно применена с каким-либо хорошим эффектом к планетарным телам; и я сильно сомневаюсь, что когда-либо вообще использовалась какая-либо мощность, превышающая 1000 раз. Ибо именно количество света, собираемого телескопом, в большей степени, чем увеличительная мощность, позволяет нам эффективно проникать в отдаленные пространства небесного свода: и, следовательно, как указывалось выше, мощность редко превышала 200 вт, что из-за большого диаметра зеркала позволило бы инструменту проникать в

отдаленные небесные пространства, возможно, дальше, чем если бы была применена мощность во столько же тысяч раз.

Сэр Джон Гершель, унаследовавший всю науку, навыки и трудолюбие своего отца, некоторое время назад отшлифовал новое зеркало для ранее замеченной 20-футовой трубы, которое соединено с подставкой, шкивами и другими приспособлениями, аналогичными описанным выше, хотя и меньших размеров. Этот телескоп показывает двойные звезды чрезвычайно четко очерченными и был одним из основных инструментов, использованных при составлении его каталога этих объектов, который был представлен Королевскому обществу совместно с каталогом сэра Джеймса Саута примерно в 1828 году. Я полагаю, это тот же самый телескоп, с помощью которого сэр Джон недавно производил свои звездные наблюдения на мысе Доброй Надежды.

### *РАЗДЕЛ. 3. БОЛЬШОЙ ТЕЛЕСКОП—РЕФЛЕКТОР РЭЙМИДЖА.*

Самый большой *телескоп-рефлектор* фронтального обзора в этой стране - после 40-футового прибора Гершеля — это тот, который был установлен в Королевской обсерватории в Гринвиче в 1820 году мистером Рэймиджем из Абердина. Диаметр вогнутого отражателя составляет 15 дюймов, а его фокусное расстояние 25 футов. Он установлен на механизме, который имеет определенное сходство с механизмом Гершеля, который мы только что описали; но механическое устройство значительно упрощено, так что инструментом может управлять наблюдатель без помощника. Трубка состоит из двенадцатигранной призмы толщиной  $\frac{5}{8}$  дюймов. В устье находится двойной цилиндр разного диаметра, расположенный на одной оси; вокруг него лебедкой наматывается шнур, который проходит вверх от маленького цилиндра через шкив и вниз через другой шкив к большому цилиндру. Таким образом, когда лебедку поворачивают, чтобы поднять телескоп, бесконечный шнур разматывается с меньшего цилиндра и наматывается на больший, разница в размерах двух цилиндров вдвое увеличивает поднимаемую величину, и таким образом можно получить механическое усилие в любой степени, должным образом соразмеряя диаметры двух цилиндров: благодаря этому изобретению отпадает необходимость в помощнике. Вид, открывшийся с помощью этого прибора, сначала поразил тех наблюдателей, которые не привыкли рассматривать небесное тело с помощью телескопа, обладающего таким большим количеством света; и его характеристики были признаны совершенно экстраординарными. Но когда первое впечатление рассеялось и были проведены различные испытания при различных состояниях атмосферы, было обнаружено, что центральная часть зеркала имеет более совершенную форму, чем кольцо, граничащее с крайними краями. Когда апертура была ограничена десятью или двенадцатью дюймами, показатели отчетливости в ее определяющей силе были значительно улучшены, и свет был настолько ярким, что Королевский астроном был склонен придерживаться мнения, что он может сравниться с хорошим ахроматическим рефрактором тех же размеров. Однако, когда необходимо наблюдать очень маленькие и неясные объекты, в благоприятные вечера можно с пользой использовать весь свет от всего отверстия.

Окуляры, адаптированные к этому телескопу, обладают мощностью, линейно увеличивающей объект от 100 до 1500 раз, и при отсутствии аберраций способны выполнять все поставленные задачи по зрению. Когда телескоп установлен в плоскости меридиана и поднят вместе с галереей на любую требуемую высоту, можно с большой легкостью выполнять *меридиональные*

*перемещения*, ранее применявшиеся сэром У. Гершелем и с большим успехом продолжаемые сэром Джоном при изучении двойных звезд и туманностей.

У мистера Рэймиджа был телескоп примерно такого же размера, установленный на открытом месте в Абердине, который я имел возможность осмотреть, когда нанес визит этому джентльмену в 1833 году; но пасмурная погода помешала мне рассмотреть с его помощью какие-либо небесные тела. В то время он показал мне два или три больших зеркала диаметром от 12 до 18 дюймов, которые он закончил некоторое время назад и которые казались прекрасно отполированными. Он также сказал мне, что отшлифовал и отполировал их просто рукой, без помощи каких—либо механизмов или механической энергии - обстоятельство, которое, по его словам, поразило лондонских оптиков, когда об этом было заявлено, и которое они сочли почти невероятным. Его опыт в литье и полировке металлов различных размеров в течение 15 или 16 лет позволил ему изготавливать зеркальные изделия с большим блеском и необычайно высокой полировкой. Утверждалось, что пятидесятифутовый телескоп Рэймиджа с апертурой 21 дюйм предназначался для замены 25-футового прибора, установленного в Гринвиче, и, насколько понятно, зеркало было подготовлено и готово к использованию при условии, что Военно-морской совет был готов покрыть расходы по приведению плана в исполнение. Но, к сожалению, этот гениальный художник неожиданно прервал свою карьеру в разгар ее, примерно в 1835 году.

#### *РАЗДЕЛ. 4. ВОЗДУШНЫЙ ОТРАЖАТЕЛЬ —СКОНСТРУИРОВАН АВТОРОМ.*

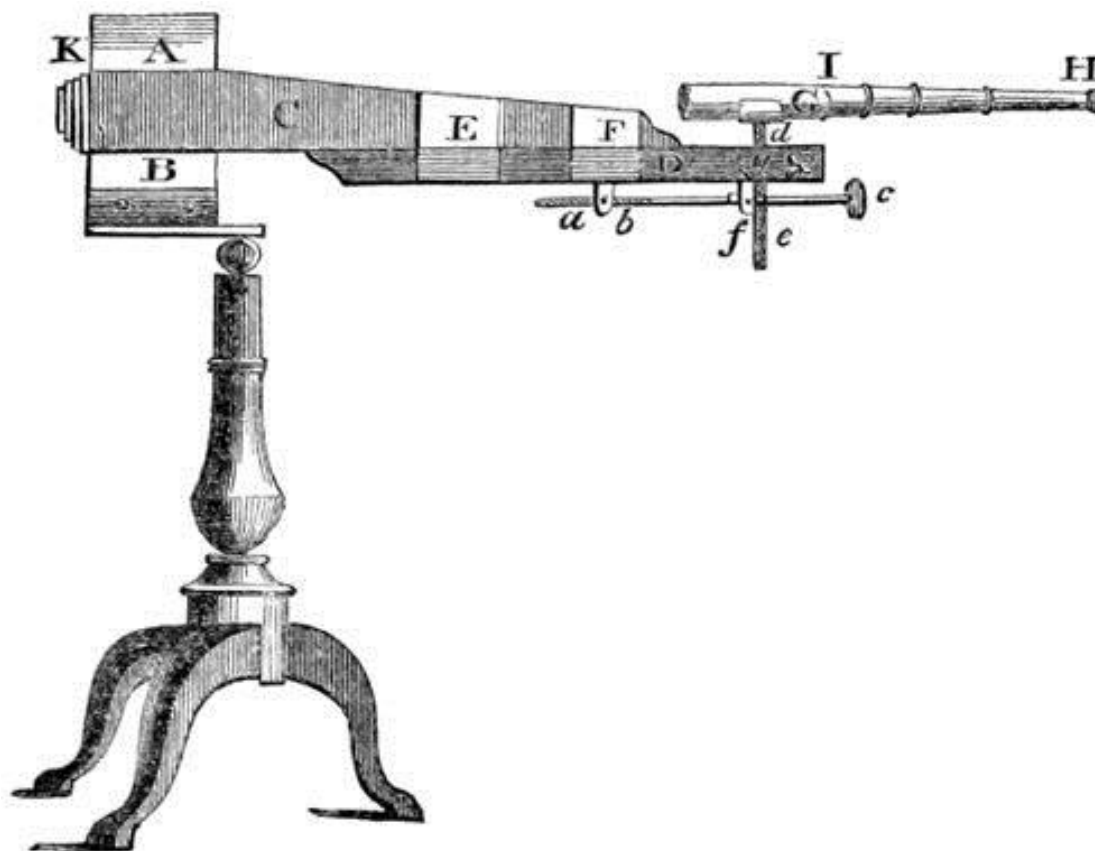
Конкретное описание этого телескопа было дано в "Эдинбургском новом философском журнале" за апрель—июль 1826 года, подготовленном профессором Джеймсоном, большая часть которого была скопирована в "Лондонской энциклопедии", под статьей *Телескоп*. Исходя из этого описания, я попытаюсь свести краткий отчет об этом инструменте к нескольким дополнительным замечаниям.

Примерно в 1822 году в мое распоряжение случайно попало старое зеркальце с фокусным расстоянием 27 дюймов, очень несовершенно отполированное; и, не чувствуя желания приводить его в соответствие с григорианской формой, я принял решение отбросить маленькое зеркальце и попробовать *вид спереди*, несмотря на единодушное утверждение оптиков, что такая попытка в инструментах небольшого размера невыполнима. У меня были некоторые основания ожидать успеха в этой попытке, исходя из нескольких экспериментов, которые я провел ранее, особенно из некоторых модификаций, внесенных мной в конструкцию астрономических окуляров, которые имеют тенденцию исправлять аберрацию лучей света, когда они исходят несколько наклонно от линзы или зеркала. В первом случае я поместил зеркало на один конец трубки в форме сегмента конуса — конец рядом с глазом был несколько шире того, на котором было закреплено зеркало, а его длина примерно на дюйм короче фокусного расстояния зеркала. Маленькая трубка для приема различных окуляров была закреплена внутри большой трубки на конце рядом с глазом и соединена с устройством, с помощью которого ее можно было время от времени перемещать либо в вертикальном, либо в горизонтальном направлении. С помощью прибора, установленного таким образом, я получил несколько интересных видов Луны и земных объектов. Но, обнаружив, что одна сторона трубки пропускает значительную часть света от объекта, я решил совсем выбросить трубку и установить прибор по другому плану.



Была подготовлена короткая трубка из красного дерева, длиной около 3 дюймов, которая служила гнездом для крепления зеркала. Сбоку от этой трубки был прикреплен рычаг примерно на длину фокусного расстояния зеркала, на конце которого была закреплена латунная трубка для крепления окуляров, соединенная с винтами и гнездами, с помощью которых ее можно было поднимать или опускать и поворачивать в правую или левую руку, а также с регулировочным устройством, с помощью которого ее можно было приближать к зеркалу или удалять от него. На рис. 69 показано общее изображение прибора в профиль. АВ - короткая трубка, на которой держится зеркало; CD - рычаг, на котором установлены глазные трубки, состоящий из двух отдельных кусков красного дерева; часть D может скользить вдоль нижней стороны С через латунные гнезда EF. К нижней части гнезда F прикреплена латунная гайка с внутренним винтом, в котором внутренний винт *ab* вращается, прикладывая руку к ручке *c*, которая служит для настройки прибора на четкое зрение. G - латунная трубка, в которую вставляются проушины. Он поддерживается прочной латунной проволокой *de*, которая проходит через гайку, соединенную с другой прочной проволокой, которая проходит через рычаг D. С помощью гайки *f* эту трубку можно приподнять или опустить и прочно зафиксировать в ее надлежащем положении; а с помощью гайки *d* ее можно подвести ближе к рычагу D.

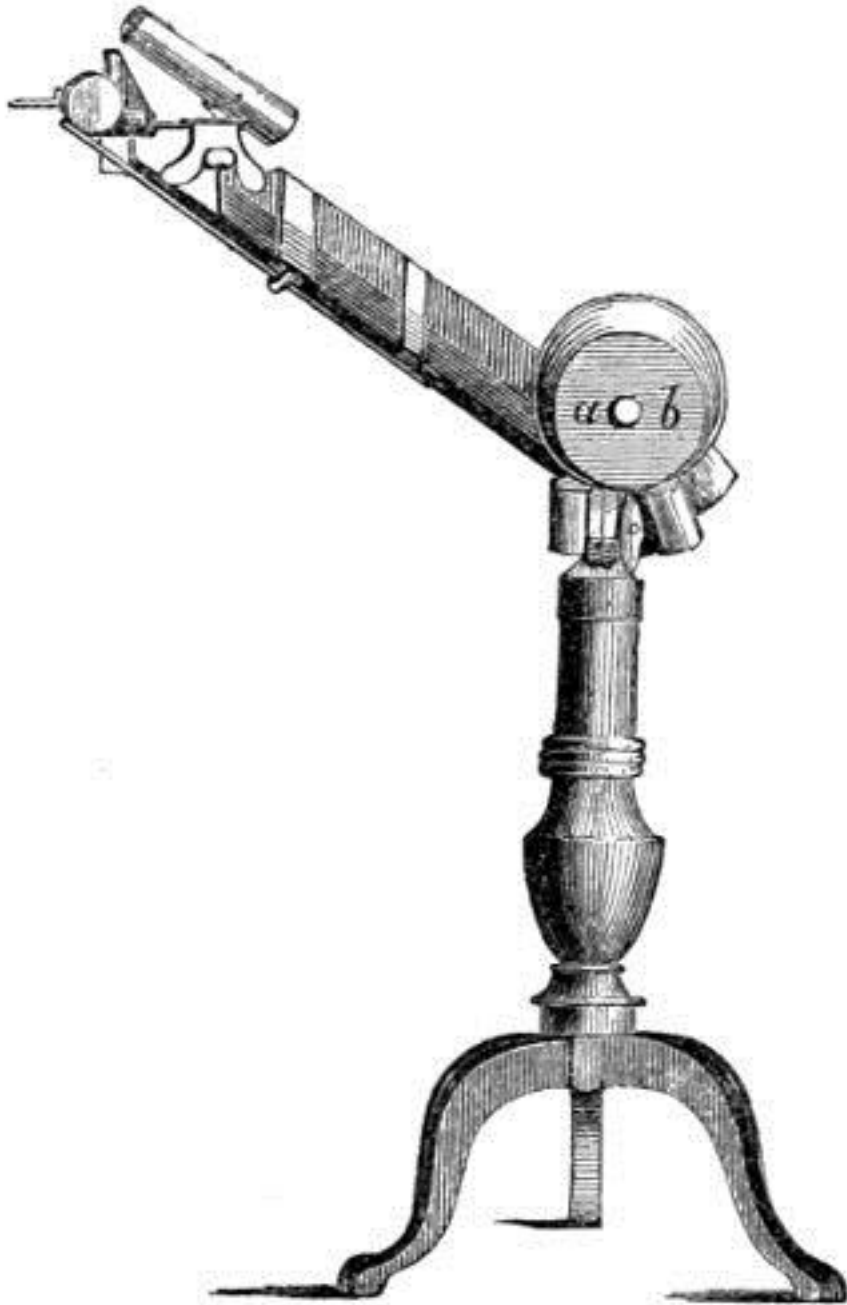
рисунок 69.



С помощью того же устройства его также можно перемещать как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении: но когда он однажды установлен в надлежащее положение, он должен быть надежно зафиксирован и не требует дальнейшего внимания. Окуляр, представленный на этом рисунке, используется для наблюдения за наземными объектами и состоит из трубок карманного ахроматического телескопа. Когда используется

астрономический окуляр, длина прибора простирается только до точки I. При взгляде в этот телескоп правый глаз направлен в точку H, и предполагается, что голова наблюдателя непокрыта или, по крайней мере, плотно прикрыта тонкой шапочкой. Тем, кто смотрит только левым глазом, потребуется поместить руку на противоположную сторону трубки или повернуть руку вместе с трубкой на 180 градусов.

*рисунок 70.*



На рис. 70 представлен вид прибора спереди или, скорее, сбоку, при котором можно увидеть положение зеркала. Все зеркала, которые я придал этой форме, изначально предназначались для григорианских отражателей, и имеют отверстия в центре. Таким образом, окуляр направлен в точку, почти равноудаленную от отверстия к левому краю зеркала, то есть в точку *a*. В одном из

этих приборов, оснащенном четырехфутовым зеркалом, линия обзора направлена в точку *b* на противоположной стороне зеркала, но в этом случае глазная трубка удалена дальше от руки, чем в первом случае. Отверстие в центре зеркала, очевидно, является недостатком данной конструкции телескопа-рефлектора, поскольку оно не позволяет нам в полной мере использовать лучи, падающие вблизи центра зеркала; тем не менее, характеристики приборов, даже с учетом этого недостатка, превосходят то, что мы должны были ожидать ранее.

Основная особенность конструкции этого прибора заключается в регулировке и правильном направлении глазной трубки. Есть только одно положение, в котором зрение будет совершенно четким. Он не должен быть ни слишком высоким, ни слишком низким, — он должен быть закреплен на определенном расстоянии от рычага, — и должен быть направлен в определенную точку зеркала. Это положение должно быть в конечном счете определено экспериментальным путем при наблюдении за наземными объектами. Человеку, не знакомому с этой конструкцией телескопа, поначалу, возможно, было бы трудно произвести эту настройку; но если бы он в какой-то момент вышел из строя, в результате несчастного случая или иным образом, я легко могу произвести настройку заново в течение минуты или двух.

При наведении этой подзорной трубы на объект, который предполагается рассматривать, глаз прикладывают к точке *K*, рис. 69, и, глядя вдоль дужки в направлении окуляра до тех пор, пока он почти не совпадет с объектом, его в большинстве случаев будет легко обнаружить. Таким образом, я могу легко направить этот инструмент на Юпитер или Сатурн, или на любую другую планету, видимую невооруженным глазом, даже при увеличении мощности в 160 или 170 раз. Однако при использовании высокой мощности увеличения может оказаться целесообразным закрепить на верхней части короткой трубки, в которой находится зеркало, искатель, подобный тому, который используется в ньютоновских телескопах. Если объектом наблюдения является Луна, ее можно мгновенно обнаружить, перемещая инструмент до тех пор, пока ее отраженное изображение не будет видно с окуляра телескопа на поверхности зеркала.

Я оснастил несколько приборов из приведенного выше описания зеркалами с фокусным расстоянием 16, 27, 35 и 49 дюймов. Один из них, имеющий зеркало с фокусным расстоянием 27 дюймов и астрономический окуляр, дающий увеличение примерно в 90 раз, служит хорошим астрономическим телескопом. С помощью этого прибора пояса и спутники Юпитера, кольцо Сатурна, а также горы и впадины Луны могут быть рассмотрены с большой легкостью и отчетливостью. При увеличении в 35 или 40 раз земные объекты кажутся удивительно яркими и четко очерченными. По сравнению с григорианским зеркалом количество света, падающего на объект, кажется почти удвоенным, и изображение получается таким же четким, хотя зеркало имеет несколько дефектов, а его поверхность отполирована лишь несовершенно. Он изображает объекты в их естественных цветах, без того тусклого и желтоватого оттенка, который появляется при просмотре через григорианский. Другой из этих инструментов имеет длину около четырех футов. Принадлежащее ему зеркало очень старое: когда оно попало в мое распоряжение, оно было настолько сильно потускневшим, что едва отражало луч света. После того, как его почистили, он казался отполированным едва ли наполовину, а его поверхность покрыта желтоватыми пятнами, которые невозможно стереть. Если бы он был оборудован по григорианскому плану, от него, я полагаю, было бы очень мало пользы, разве что при использовании очень небольшого увеличения. Тем не менее, в своем нынешнем виде он четко демонстрирует увеличительную способность в 130 раз и по своим характеристикам равен 3½ футам ахроматического изображения. С него открываются отчетливые и интересные виды на

разнообразие оттенков, а также на горы, долины, впадины и другие неровности поверхности Луны. Обладая мощностью примерно в 50 раз и земным окуляром, он представляет собой превосходный телескоп для наблюдения за наземными объектами и демонстрирует их в блестящем и новом ракурсе. Самый маленький инструмент, который я пытался сконструировать на этом плане, имеет фокусное расстояние всего  $5\frac{1}{2}$  дюйма и диаметр  $1\frac{1}{2}$  дюйма. При увеличении примерно в 15 раз он показывает земные объекты с четкостью и яркостью. Но я бы счел нецелесообразным оснащать любой инструмент подобного рода зеркалом с меньшим фокусным расстоянием, чем 20 или 24 дюйма. Чем больше фокусное расстояние, тем большей четкости можно ожидать, хотя апертура зеркала должна быть сравнительно небольшой.

Ниже приведены некоторые свойства и преимущества, присущие данной конструкции телескопа-отражателя.

1. Он *чрезвычайно прост* может быть установлен при сравнительно *небольших затратах*. Вместо больших и дорогих латунных трубок, которые используются в григорианской и ньютоновской архитектуре, требуется немного больше, чем короткая трубка из красного дерева, длиной два или три дюйма, служащая гнездом для зеркала, с соединенным с ней рычагом примерно на фокусном расстоянии зеркала. Экономится расход на маленькое зеркало, плоское или вогнутое, вместе с многочисленными винтами, пружинами и т.п., предназначенными для центрирования двух зеркал и размещения маленького зеркала параллельно большому. Единственная регулировка, необходимая в этой конструкции, - это крепление глазной трубки к зеркалу; и с помощью простого устройства, описанного выше, это может быть произведено в течение нескольких минут. Почти вся стоимость инструмента складывается из цены зеркала и окуляров. Расходы на установку четырехфутового зеркала, упомянутые выше, — *за исключением зеркала и проушины*, но включая трубку и рычаг из красного дерева, латунные гнезда, винты, проушину, латунный шарнир и чугунную подставку, окрашенную и покрытую лаком, - не составили 1: 8с. Григорианцу такого же размера потребовалась бы латунная трубка длиной не менее  $4\frac{1}{2}$  футов, что обошлось бы в 5 или 6 гиней, помимо устройства, соединенного с маленьким зеркалом, и дополнительных расходов, связанных с установкой шарнира и подставки, необходимых для поддержки и стабилизации столь громоздкого инструмента. В то время как для переноса одного инструмента из одной комнаты в другую потребовались бы два человека, и он занял бы значительное пространство в обычной квартире, другой инструмент можно с предельной легкостью перемещать одной рукой на любое умеренное расстояние, а занимаемое им пространство чрезвычайно мало.

2. Он *более удобен для наблюдения небесных объектов на большой высоте, чем другие телескопы*. Когда мы смотрим через григорианский рефлектор или ахроматический телескоп длиной 4 или 5 футов на объект, возвышающийся на 50 или 60 градусов над горизонтом, тело должно находиться в неудобном и искаженном положении, а глаз несколько напряжен, пока продолжается наблюдение. Но рассматривая подобные объекты с помощью *воздушного рефлектора*, мы можем либо стоять совершенно прямо, либо сидеть на стуле с такой же легкостью, с какой мы сидим за письменным столом, читая книгу или сочиняя письмо. Таким образом, поверхность Луны или любой другой планеты можно созерцать в течение часа или двух, не испытывая ни малейшей усталости. Очертание лунной поверхности может быть выполнено с помощью этого прибора с большей легкостью и точностью, чем с помощью любого другого прибора, поскольку наблюдатель может одним глазом нарисовать контур объекта на планшете, помещенном немного ниже окуляра, в то время как другой глаз смотрит на объект. С

целью приспособления прибора к сидячему или стоячему положению был сконструирован небольшой столик, который можно поднимать или опускать по желанию, на который устанавливается подставка телескопа. Если длина телескопа составляет 4-5 футов, а объект находится на очень большой высоте, инструмент можно поставить на пол в квартире, и наблюдатель будет стоять прямо.

3. Этот инструмент значительно *короче* григорианского телескопа, зеркало которого имеет такое же фокусное расстояние. Когда используется астрономический окуляр, вся длина прибора представляет собой не что иное, как фокусное расстояние зеркала. Но григорианец, чье большое зеркало имеет фокус 4 фута, будет иметь почти 5 футов в длину, включая окуляр.

4. Воздушный отражатель намного превосходит григорианский по яркости. Недостаток света в григорианских символах объясняется вторым отражением от маленького зеркала; ибо экспериментально было доказано, что почти половина лучей света, падающих на отражающую поверхность, теряется при втором отражении. Изображение объекта также может считаться более правильным, поскольку оно не подвержено каким-либо искажениям при отражении от другого зеркала.

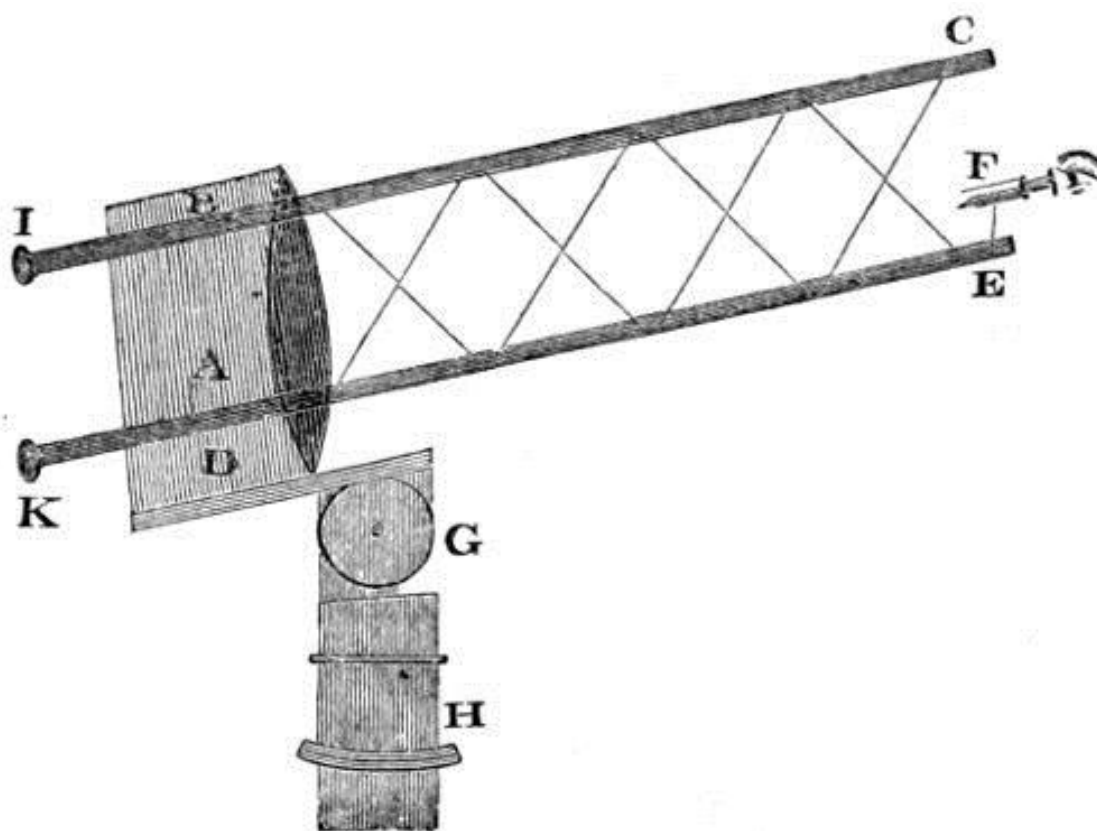
5. В этих телескопах *дрожание* меньше, чем в григорианских отражателях. Одной из причин, среди прочих, дрожи, на которую жалуются у григорианцев, является, я полагаю, формирование второго изображения на большом расстоянии от первого, помимо того, которое возникает из-за упругого дрожания маленького зеркала, когда его несут рукой, поддерживаемой только за один конец. Но поскольку изображение, формируемое зеркалом в аэротелескопе, просматривается *непосредственно*, не подвергаясь никакому последующему отражению, оно не так подвержено дрожанию, которое так часто наблюдается в других отражателях. Несмотря на упомянутую выше длину рычага 4-футового телескопа, небесный объект кажется удивительно устойчивым при прохождении через поле зрения, особенно когда он находится на умеренной высоте; и его легко удерживать в поле зрения легким движением рычага прибора.

Проводя свои эксперименты с этими инструментами, я хотел выяснить, какого эффекта можно добиться, используя *часть зеркала* вместо целого. Для этой цели я вырезал зеркальце с фокусным расстоянием три фута по центру, чтобы разделить его на две равные части, и соорудил из каждой части отдельный телескоп; таким образом, я получил два телескопа из одного зеркальца. В этом случае я обнаружил, что каждая половина зеркала работала почти так же хорошо, как и все зеркало в целом, по крайней мере, казалось, что *не наблюдалось очень ощутимого* уменьшения of the object, when viewed with a moderate power, and the image was equally accurate and distinct; so that if *экономию* объекта при просмотре с умеренной мощностью, и изображение было одинаково точным и отчетливым; так что, если при конструировании этих приборов была поставлена особая цель, из одного зеркала можно было получить два хороших телескопа; или, если зеркало случайно разбилось на крупные фрагменты, один или несколько фрагментов можно было установить на это зеркало. принцип работы в качестве сносно хорошего телескопа.

Из экспериментов, которые я провел в отношении этих инструментов, становится очевидным, что *а трубка не является необходимой* в конструкции телескопа—рефлектора — по крайней мере, по изложенному сейчас принципу - независимо от того, используется ли она днем или ночью для наблюдения за земными или небесными объектами; поскольку я часто пользовался этими телескопами на открытом воздухе в дневное время, без каких-либо неудобств от

постороннего света. Следовательно, если бы был сконструирован телескоп-рефлектор длиной 50 или 60 футов, его можно было бы установить при сравнительно небольших затратах, после того как будут израсходованы металлические материалы, а также литье, шлифовка и полировка зеркала. Самым крупным инструментом такого рода, который был сконструирован до сих пор, является 40-футовый рефлектор сэра У. Гершеля. Этот сложный и самый громоздкий инструмент представлял собой трубу из рулонного или листового железа длиной 39 футов 4 дюйма, около 15 футов в окружности и весил около 8000 фунтов. Теперь я понимаю, что такие огромные трубы в инструментах таких размеров совершенно не нужны. Ничего больше не требуется, кроме короткой трубы для удержания зеркала. Соединенных с одной стороной этой трубы (или с обеими сторонами, если будет сочтено необходимым) двух прочных деревянных брусков, выступающих на несколько футов за край зеркала и простирающихся спереди на фокусное расстояние зеркала и соединенных поперечными брусками из дерева, железа или латуни, было бы вполне достаточно для крепления окуляра и направления движения инструмента. Телескоп длиной 40 или 50 футов, построенный по этому плану, не потребовал бы ни одной пятой затрат, ни одной четвертой части оборудования и механической мощности для его перемещения в любое требуемое положение, которые были признаны необходимыми при постройке большого телескопа-рефлектора сэра У. Гершеля. Предложенную здесь идею, возможно, легче будет оценить, взглянув на рис. 71, где А - короткая труба, ВС и DE - две большие перекладины, соединенные поперечными брусками с целью обеспечения прочности и устойчивости. В точках I и K, за зеркалом, при необходимости могут быть приложены грузы для уравнивания силы рычага длинного рычага. F обозначает положение окуляра, а GH - шарнир и часть подставки, на которую устанавливается инструмент. Что касается телескопов меньших размеров, например, с фокусным расстоянием от 5 до 15 футов — за исключением стоимости зеркала и окуляров, - то их можно приобрести за сумму, не превышающую от 3 до 10 или 15 гиней.

*рисунок 71.*



Если бы кто-нибудь попытался сконструировать эти телескопы, вполне возможно, что он не преуспел бы в своих первых попытках без более подробных указаний, чем я уже дал. Следующие указания, возможно, помогут экспериментатору подогнать глазную трубку к зеркалу, на которое необходимо обратить особое внимание и от которого зависит точность работы прибора. Зафиксировав окуляр почти в том положении, которое он должен занимать, и направив инструмент на конкретный объект, посмотрите вдоль кронштейна телескопа от точки К (рис. 69) до конца окуляра в точке Н и обратите внимание, совпадает ли он почти с объектом. Если объект находится ниже этой линии обзора, окуляр необходимо опустить, а если выше, то поднять с помощью гаек и винтов на *gd* и *fed* тех пор, пока объект и указанная теперь линия обзора почти не совпадут. Окуляр должен быть направлен как можно более перпендикулярно передней части зеркала, но так, чтобы отраженное изображение головы от зеркала не мешало лучам, исходящим от объекта. Объект может быть виден с приблизительной степенью отчетливости, но не точно, если только эта настройка не произведена довольно точно. Астрономические окуляры, используемые для этих телескопов, снабжены латунным колпачком, который надевается на конец рядом с глазом и может быть поднесен ближе к первому окуляру или дальше от него. В центре этого колпачка, рядом с ушком, находится небольшое отверстие диаметром около  $\frac{1}{40}$  или  $\frac{1}{50}$  дюйма или примерно такой ширины, чтобы в него мог воткнуться кончик булавки или иглы среднего размера. Расстояние этого отверстия от линзы рядом с глазом должно быть отрегулировано пробным способом, пока все поле зрения не станет четким. Обычный астрономический окуляр без этого дополнения не подходит. По опыту я нахожу, что земные окуляры, подобные тем, которые используются в хороших ахроматических телескопах, в целом лучше всего приспособлены к данной конструкции телескопа-отражателя.

Я иногда использовал эти инструменты для просмотра перспективных отпечатков, которые они демонстрируют в красивой и интересной манере. Если цветную перспективу разместить в одном конце большой комнаты или галереи и сильно осветить либо солнцем, либо двумя свечами, а один из отражателей, снабженных *небольшим увеличительным устройством*, разместить в противоположном конце комнаты, изображение улицы или пейзажа будет видно в истинном ракурсе и будет казаться даже более приятным и интересным, чем при просмотре через обычную *оптическую диагональную машину*. Если используется переворачивающийся окуляр, что наиболее приемлемо в данном эксперименте, то отпечаток, конечно, должен располагаться в перевернутом положении.

То, что телескопы-рефлекторы, приведенные в приведенных выше описаниях, оригинальны по своей конструкции, следует из единообразного языка авторов, пишущих об оптике, некоторые из которых объявили такие попытки совершенно неосуществимыми. У сэра Дэвида Брюстера, одного из новейших и наиболее уважаемых авторов по этому предмету, в "Эдинбургской энциклопедии" *Искусствооптики*, и в последнем издании его *приложения* к "Лекциям Фергюсона" есть следующие замечания: "Если бы мы могли отказаться от использования малого зеркала в телескопах средней длины, наклонив большое зеркало и используя косое и, следовательно, *искаженное* отражение, как впервые предложил Ла Мэр, мы сочли бы ньютоновский телескоп совершенным; а на большом телескопе — совершенным". масштаб, или когда прибор превышает 20 футов, несомненно, имеет такой характер, поскольку нет ничего более простого, чем увеличить с помощью одного окуляра изображение, формируемое одним зеркалом. Поскольку *вид спереди совершенно непрактичен*, и действительно, *никогда не применялся* к инструментам небольшого размера, становится очень важным устранить, насколько это возможно, недостатки, возникающие при использовании маленького зеркала" и т. Д.

Описанные сейчас инструменты в некоторой степени достигли желаемой цели, на которую ссылался этот выдающийся философ, и способ их изготовления не соответствует виду спереди сэра У. Гершеля и не совпадает с тем, который предложил Ла Мэр, что, по-видимому, было простым намеком, который так и не был реализован при создании телескопов-отражателей небольшого размера. Простота конструкции этих приборов и превосходное качество их работы вызвали восхищение нескольких джентльменов-ученых и других лиц, которым они были показаны. До их описания в Edin. Философ. Журнал, они были выставлены в обсерватории Калтон-Хилл, Эдинбург, в присутствии профессора Уоллеса и еще одного джентльмена, которые сравнили их работу с работой превосходного григорианина. Поскольку этот инструмент отличается от любого другого телескопа тем, что используется без трубки, он получил название "*Воздушный отражатель*".

#### **РАЗДЕЛ. 4. ТЕЛЕСКОПЫ—ОТРАЖАТЕЛИ ГРАФА РОССЕ.**

Этот аристократ, в отличие от многих своих коллег, в течение значительного количества прошедших лет уделял свое внимание научным занятиям, и в частности усовершенствованию телескопов-отражателей. Он, очевидно, обладает высокими математическими достижениями в сочетании с необычайной степенью механической изобретательности. Примерно 14 или 15 лет назад он проводил различные эксперименты с целью противодействия эффектам сферической аберрации зеркала телескопов—отражателей - несовершенство, которое, если бы его можно было полностью устранить, сделало бы телескоп-отражатель почти совершенным



инструментом, поскольку на него не влияет различная преломляемость лучей света. Мы полагаем, что его метод состоял в формировании большого зеркала из двух или трех отдельных кусков металла, которые впоследствии были аккуратно объединены в одно целое — центральную часть, которая была окружена одним или двумя кольцами, отшлифованными одним и тем же инструментом. Когда изображения, образованные отдельными фрагментами, были сделаны так, чтобы они точно совпадали, изображение объекта, на который было направлено все зеркало, оказалось таким же отчетливым, каким было любое изображение по отдельности. Но в указанный период не было проведено достаточного количества экспериментов, чтобы определить, что его светлость полностью достиг поставленной цели.

Однако в последнее время большой интерес вызвали улучшения, внесенные его светлостью в формирование *specula*. Сэр У. Гершель никогда не предавал огласке средства, с помощью которых ему удалось добиться такого гигантского развития телескопа-рефлектора, и поэтому конструкция *большого* рефлектора рассматривалась как рискованное предприятие. Но, согласно отчету доктора Робинсона из Арма Ирландской академии, граф Росс преодолел трудности, с которыми до сих пор сталкивался, и довел до такой степени, что даже сам Гершель не отваживался предполагать, освещающую способность этого телескопа, наряду с четкостью изображения, немногим уступающей ахроматической; и едва ли возможно, замечает он, сохранить необходимую трезвость языка при описании внешнего вида Луны с помощью этого прибора, который доктор Робинсон считает самым мощным из когда-либо созданных. Трудность изготовления больших зеркал и придания им необходимой степени полировки до сих пор считалась настолько большой, что, как правило, их предельным размером был диаметр от 8 до 12 дюймов. Действительно, лондонские оптики с большой неохотой не принимали заказы на зеркальца диаметром более 9 дюймов. Однако, по-видимому, графу Россе удалось с помощью особого метода литья отлить предметные зеркала из настоящего *зеркального металла* диаметром *три фута* и весом более *17 килограммов*. Он собирается сконструировать телескоп, зеркало которого имеет *шесть футов* в диаметре, *фокусное расстояние* пятьдесят футов и *весит* четыре тонны, а из того, что он уже сделал, можно сделать вывод, что он обладает достаточной силой, чтобы воплотить свой замысел в жизнь. Эти огромные куски металла, которые в руках всех других изготовителей спекулы были бы столь же не поддающимися обработке, как и такое количество необожженного кремневого стекла, графу Россе удалось довести до высочайшей степени полировки и предельного совершенства кривизны с помощью механизмов. Процесс проводится под водой, что позволяет эффективно предотвращать колебания температуры, столь губительные для самых тонких зеркал, которые до сих пор использовались. Чтобы убедить доктора Робинсона в эффективности этого механизма, граф вынул трехфутовое зеркало из телескопа, разрушил его полированную поверхность и поместил под механическую полировальную машину. Через шесть часов он был извлечен с идеальной новой поверхностью, такой же яркой, как оригинал. При старой системе ручной полировки для такого восстановления могли потребоваться месяцы и даже годы. Еще до достижения этих необычайных успехов с твердым материалом его светлость сконструировал *шестифутовый* отражатель, покрыв изогнутую поверхность латуни квадратами из настоящего *зеркального металла*, которые давали огромное количество света, хотя и с некоторыми неровностями, возникающими из-за количества соединений, необходимых в такой мозаичной работе. О работе большого телескопа его светлости, оснащенного этим отражателем, те, кто видел его, отзываются с глубоким восхищением; но по отношению к меньшему по размеру и более совершенному инструменту, оснащенный массивным трехфутовым зеркалом, речь астронома

из Армы приобретает оттенок энтузиазма и даже возвышенности. С помощью этого изысканного прибора доктор Робинсон и сэр Дж. Саут в промежутках между довольно неблагоприятными ночами увидели несколько новых звезд и исправили многочисленные ошибки других наблюдателей. Например, планета Уран, предположительно имеющая кольцо, подобное кольцу Сатурна, оказалась не имеющей такого выступа; и те туманности, которые до сих пор рассматривались из-за их явно круглых очертаний как 'сливающиеся системы', при проверке с помощью трехфутового зеркала оказались очень далеки от шаровидного вида; многочисленные отростки и отростки, невидимые в другие телескопы, проступали во всех направлениях, расходясь от их краев лучами. Подобные открытия, оказывающие большую честь графу Россе, несомненно, окажут большое влияние на интересы астрономической науки.<sup>27</sup>

#### *РАЗДЕЛ. 5. ТЕЛЕСКОПЫ—ОТРАЖАТЕЛИ Со СТЕКЛЯННЫМ ЗЕРКАЛОМ.*

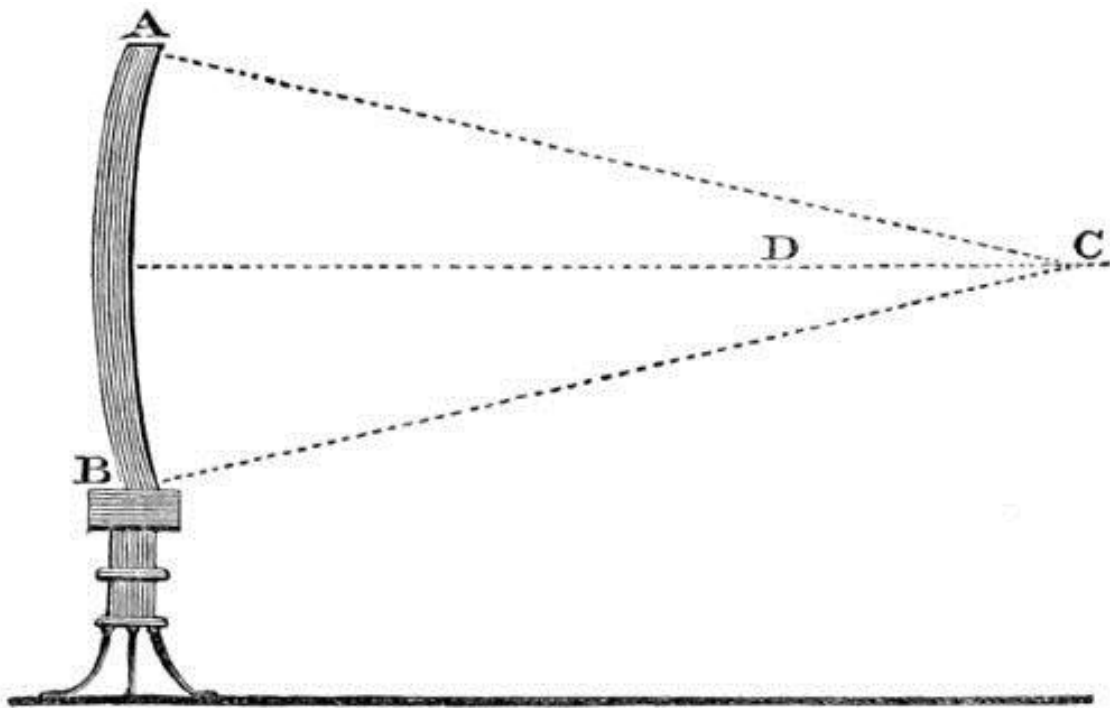
После проведения множества экспериментов с воздушными телескопами, изготовленными из металлических зеркал разного фокусного расстояния, я сконструировал телескоп по той же схеме, с вогнутым стеклянным зеркалом. Получив осколок очень большого выпуклого зеркала, которое случайно оказалось разбитым, я сделал выпуклую сторону слоистой, или посеребренной, и обнаружил, что его фокусное расстояние составляет около 27 дюймов. Это зеркало, которое было около 5 дюймов в диаметре, я поместил в один из воздушных отражателей вместо металлического зеркала и попробовал его действие с различными наземными окулярами. При мощности примерно в 35 или 40 раз он давал прекрасный вид удаленных земных объектов — количество отраженного от них света было значительно больше, чем при использовании металлического зеркала, и в целом они казались четко очерченными. Единственный недостаток — как я и предвидел — состоял в том, что двойное изображение формировалось из объектов, которые были удивительно яркими и белыми, таких как маяк, побеленный снаружи и сильно освещенный солнцем. Одно из изображений было ярким, а другое - слабым. Очевидно, это произошло из-за двух отражений от двух поверхностей зеркала — одного с выпуклой посеребренной стороны, а другого с вогнутой стороны рядом с глазом, что создавало нечеткое изображение, — и это обстоятельство обычно рассматривалось как достаточная причина для отказа от использования стеклянного зеркала в телескопах. Но хотя очень яркие объекты демонстрировали двойное изображение, почти все остальные объекты в земном ландшафте казались совершенно отчетливыми и без какого-либо вторичного изображения, так что обычный наблюдатель едва ли заметил бы какое-либо несовершенство. Однако, когда прибор был направлен на небесные объекты, вторичное изображение было несколько ярким, так что каждый объект казался двойным. Юпитер появился с двумя телами, расположенными на небольшом расстоянии друг от друга, и его четыре спутника, казалось, увеличились до восьми. Луна также выглядела как двойной шар, но основное изображение было отчетливым и четко очерченным. Таким образом, такой телескоп не был хорошо приспособлен для наблюдений за небесными телами, но мог бы достаточно хорошо подходить для наблюдения за земными объектами.

Учитывая, что вредные эффекты вторичного изображения возникли из-за того, что изображения, отраженные от двух поверхностей, были сформированы вблизи одной и той же точки и на почти одинаковом фокусном расстоянии, я разработал план уничтожения вторичного изображения или, по крайней мере, противодействия его эффектам, путем формирования вогнутости зеркала рядом с глазом части сферы, *отличной* от выпуклой стороны, которая была посеребрена и из которой сформировано основное изображение. Но в течение долгого

времени я не мог найти оптиков, обладающих инструментами достаточной длины радиусов для выполнения моего замысла. Наконец, работающий в Лондоне оптик взялся изготовить стеклянное зеркало в соответствии с моими указаниями, которые заключались в том, что выпуклая поверхность зеркала должна быть отшлифована инструментом, который обеспечивал бы фокусное расстояние при отражении около 4 футов; и что фокусное расстояние вогнутой поверхности должно составлять около 3 футов 3 дюймов, так что вторичное изображение может формироваться на расстоянии около 9 дюймов, в пределах фокусного расстояния посеребренной стороны, и не мешать основному изображению. Но либо по невежеству, либо по невнимательности художник ошибочно принял радиус за половину радиуса вогнутости, и при отражении фокусное расстояние зеркала составило всего 23 дюйма. Это зеркало было установлено в качестве телескопа на аэрофотоснимке, и я обнаружил, что, как и ожидал, вторичное изображение полностью уничтожено. Это создавало очень красивый и блестящий вид наземных объектов, и даже у самых ярких объектов не было двойного изображения. Диаметр зеркала составлял почти 5 дюймов, но изображение было наиболее точным, когда диафрагма была уменьшена примерно до 3 дюймов. Оно было оснащено земным окуляром, который увеличивал изображение примерно в 25 раз. Направленный на Луну, он давал очень отчетливый и яркий вид этого шара, без малейшего намека на вторичное изображение. Но поскольку фокусное расстояние зеркала составляло едва ли половину длины, которую я предписал, я не применял к нему никаких высоких астрономических мощностей; поскольку я обнаружил, что в данной конструкции они могут быть эффективно применены только к зеркалу со значительным фокусным расстоянием. Так получилось, что у меня под рукой была выпуклая линза с фокусным расстоянием 10 футов и диаметром 4 дюйма, одна сторона которой была отшлифована до определенной степени вогнутости, и я сделал слоистую выпуклую сторону, что позволило сфокусироваться за счет отражения на расстоянии  $13\frac{1}{2}$  дюймов. К этому зеркалу я применил земные степени 15 и 24 со значительной отчетливостью. Степень 15 обеспечивала очень яркий и отчетливый обзор наземных объектов. Если бы фокусное расстояние зеркала было хотя бы в 3 раза больше, из него получился бы отличный телескоп с такой же апертурой.

#### *РАЗДЕЛ. 6. ТЕЛЕСКОП—РЕФЛЕКТОР С ОДНИМ ЗЕРКАЛОМ И БЕЗ ОКУЛЯРА.*

*рисунок 72.*



По тому же принципу, по которому может быть сконструирован телескоп-рефрактор с одной линзой, как показано на рис. 51 (стр. 234), мы можем сформировать телескоп путем отражения с помощью одного зеркала и без окуляра. Пусть АВ, рис. 72, представляет большое вогнутое зеркало, а С - его фокус — если поместить глаз в точку D, примерно на 8 или 10 дюймов в пределах фокусной точки С, все объекты в направлении С или позади зрителя будут видны увеличенными за счет отражения на лицевой стороне зеркала и сильно освещенными. Увеличивающая способность в этом случае будет почти пропорциональна фокусному расстоянию зеркала к фокусному расстоянию глаза для близких объектов. Если, например, фокусное расстояние зеркала равно 8 футам, а расстояние от глаза, на котором мы видим близкие объекты наиболее отчетливо, равно 8 дюймам — сила увеличения будет в соотношении 8 к 96, или в 12 раз. У меня есть подобное стеклянное зеркало с фокусным расстоянием 4 фута 8 дюймов и диаметром 6 дюймов, которое увеличивает удаленные объекты примерно в 7 раз, обеспечивает большое поле зрения и демонстрирует объекты с большой яркостью. На нем представлено очень четкое изображение Луны, показаны различные полосы света и тени на ее поверхности; и, в некоторых случаях, показаны более крупные пятна, пересекающие солнечный диск. Этот способ наблюдения за объектами чрезвычайно прост и приятен, особенно когда зеркало имеет большой диаметр; и наблюдатель поначалу поражен и удовлетворен новым аспектом, в котором предстают объекты.

Если бы вогнутое зеркало такого типа — будь то из стекла или металлического отражателя — было изготовлено с очень большим фокусом, увеличивающая способность была бы значительной. Один из них с фокусным расстоянием 50 футов и соответствующего диаметра мог бы давать некоторым глазам увеличение примерно в 75 раз; и, судя по количеству света, которым будет виден объект, его эффект был бы намного больше, чем та же мощность, применяемая к обычному телескопу. Сэр У. Гершель утверждает, что однажды, посмотрев невооруженным глазом на зеркало своего 40-футового Рефлектора, без применения какой-либо линзы или зеркала, он отчетливо различил один из спутников Сатурна, который требует

приложения значительной мощности, чтобы быть увиденным в обычный телескоп. Такой инструмент является одной из самых простых форм телескопа и позволил бы получить блестящий и интересный вид на Луну или земные объекты.

## ЦЕНЫ НА ТЕЛЕСКОПЫ-РЕФЛЕКТОРЫ.

1. Цены указаны господами У. и С. Джонсами, Холборн, Лондон.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | £              | s. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----|
| Григорианский отражатель с апертурой 4 фута, 7 дюймов, с вертикальными перемещениями по новому изобретенному принципу, а также устройство для придания трубе большей устойчивости для наблюдения, в соответствии с дополнительным оборудованием, состоящим из небольших зеркал, окуляров, микрометров и т.д. | от 80л. до 120 | 0  |
| Длиной три фута, установленных на простой латунной подставке                                                                                                                                                                                                                                                 | 23             | 2  |
| То же самое с реечными движениями, улучшенными креплениями и металлами                                                                                                                                                                                                                                       | 39             | 18 |
| Длиной два фута без улучшения работа в стойке с 4-кратным увеличением                                                                                                                                                                                                                                        | 15             | 15 |
| То же самое, улучшены движения в стойке                                                                                                                                                                                                                                                                      | 22             | 1  |
| Восемнадцатидюймовый, на простой подставке                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9              | 9  |
| Двенадцатидюймовый то же самое                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6              | 6  |

2. Цены указаны господами. Талли, Ислингтон.

|                                                                                                                                                   | £   | s. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 1-футовый григорианский отражатель, на подставке для столбов и когтей, металлический диаметром 2½ дюйма, упакованный в коробку из красного дерева | 6   | 6  |
| то же самое, на подставке для столбов и когтей, металлический диаметром 3 дюйма, упакованный в коробку из красного дерева                         | 11  | 11 |
| 2 фута, металлический диаметром 4 дюйма                                                                                                           | 16  | 16 |
| , то же самое с вращением стойки                                                                                                                  | 25  | 4  |
| , то же самое, металлический диаметром 5 дюймов, вращением стойки                                                                                 | 42  | 0  |
| 4 фута то же самое, металлический диаметром 7 дюймов, на штативной подставке с перемещением центра тяжести                                        | 105 | 0  |
| 6 футов то же самое, металлический диаметром 9 дюймов                                                                                             | 210 | 0  |
| 7 футов <i>ньютон</i> овский, отверстие 6 дюймов                                                                                                  | 105 | 0  |
| 12 футов то же самое, металлический диаметром 12 дюймов                                                                                           | 525 | 0  |

3. Цены указаны мистером Г. Доллондом, Церковный двор Святого Павла.

|                                                                     | £ | s. |
|---------------------------------------------------------------------|---|----|
| телескопы-рефлекторы длиной 14 дюймов, в футляре из красного дерева | 9 | 9  |

|                        |                                                                                            |                     |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| То же самое, 18 дюймов | 12                                                                                         | 12                  |
| 12                     | То же самое, 2 фута                                                                        | 18                  |
| 18                     | То же самое, с 4 различными мощностями, и стойка, поддерживающая телескоп в центре тяжести | 36                  |
| 15                     | То же самое, 3 фута, с то же самое                                                         | 500, с то же самое. |

4. Цены на одиночные зеркала и телескопы-рефлекторы, изготовленные мистером Граб, Charlemont Bridge works, Дублин.

#### НЬЮТОНОВСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ.

| Диаметр в дюймах. | Фокусное расстояние в футах. | Цена только зеркал. | Цена телескопа в комплекте без подставки. |
|-------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|
|                   |                              | £ s.                | £ s.                                      |

|    |    |       |       |
|----|----|-------|-------|
| 7  | 7  | 17 10 | 27 10 |
| 9  | 10 | 25 0  | 40 0  |
| 12 | 12 | 60 0  | 90 0  |
| 15 | 15 | 120 0 | 170 0 |
| 18 | 18 | 200 0 | 260 0 |

#### ГРИГОРИАНСКИЕ ОТРАЖАТЕЛИ.

| Диаметр в дюймах. | Фокусное расстояние в футах. | Цена только на Зеркала. | Цена телескопа в комплекте без подставки. |
|-------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|
|                   |                              | £ s.                    | £ s.                                      |

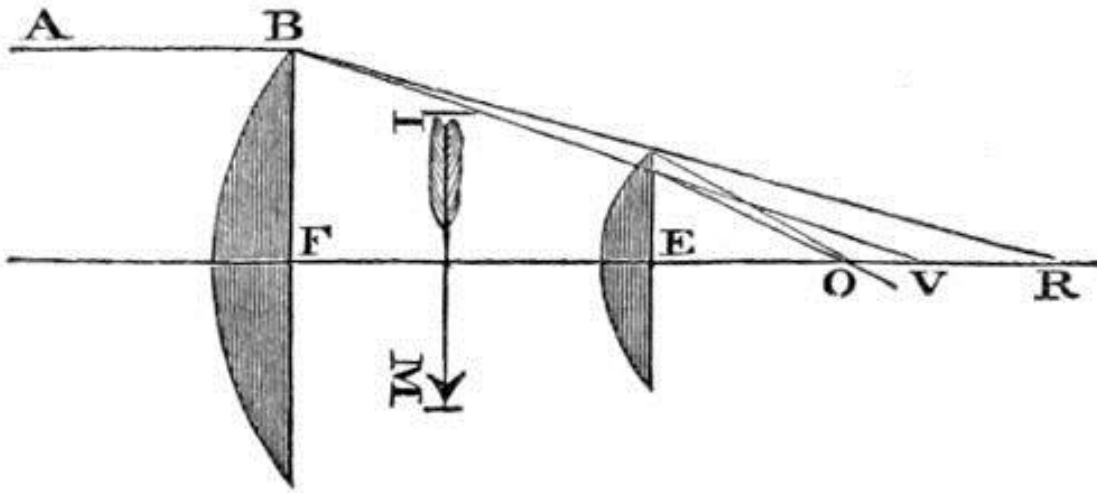
|    |    |       |       |
|----|----|-------|-------|
| 6  | 3  | 17 10 | 25 0  |
| 7  | 3  | 25 0  | 34 0  |
| 9  | 4½ | 35 0  | 50 0  |
| 12 | 7  | 70 0  | 100 0 |
| 15 | 9  | 150 0 | 200 0 |
| 18 | 12 | 240 0 | 300 0 |

#### НА ОКУЛЯРАХ ТЕЛЕСКОПОВ.

Хотя характеристики телескопов в основном зависят от качества предметного стекла или зеркальца прибора, все же для четкого видения и получения большого и равномерно отчетливого поля зрения очень важно, чтобы окуляр был правильно сконструирован. Различные виды окуляров можно разделить на два основных подразделения - *астрономические* и *земные*.

1. *Астрономические окуляры.* Самый простой астрономический окуляр — это тот, который состоит из одной выпуклой линзы; и когда фокусное расстояние этой линзы и фокусное расстояние объектива прибора точно определено, увеличительную силу можно точно определить, разделив фокусное расстояние объектива на фокусное расстояние стекла. Но, поскольку пучок белого света, пропускаемый предметным стеклом, будет разделен окуляром на составляющие его цвета, объект будет казаться окаймленным цветной каймой, и, следовательно, четкость зрения ухудшится. Кроме того, сферическая аберрация при использовании одной линзы намного больше, чем при использовании двух или более стекол. Следовательно, астрономические окуляры теперь формируются комбинацией по крайней мере двух линз.

рисунок 73.



Комбинация линз, которая в настоящее время обычно используется в астрономических целях, обычно называется *окуляром Гюйгенса*, впервые предложенным знаменитым Гюйгенсом как значительное усовершенствование окуляра с одной линзой. На следующем рисунке (73) изображен разрез этого окуляра. Пусть АВ - сгущенный пучок белого света, исходящий от предметного стекла; ВF - плосковыпуклый полевой бинокль, плоская сторона которого расположена рядом с окуляром Е. Красные лучи карандаша АВ после преломления пересекли бы ось в R, а фиолетовые лучи - в V, но, встретившись с окуляром Е, красные лучи преломятся к О, а фиолетовые почти в том же направлении, когда они пересекутся друг с другом около точки О на оси и соединятся. Расстояние между двумя стеклами FE, изготовленными из корончатого стекла, для получения такой коррекции должно быть примерно равно половине суммы их фокусных расстояний. Например, предположим, что фокусное расстояние самой большой, или полевой линзы, равно 3 дюймам, а фокусное расстояние линзы рядом с глазом - 1 дюйм, две линзы должны располагаться точно на расстоянии 2 дюймов; сумма их фокусных расстояний равна 4, половина из которых равна 2. Другими словами, стекло, расположенное рядом с глазом, должно находиться на таком *расстоянии* от фокуса бинокля, которое равно его собственному фокусному расстоянию. Фокусное расстояние одной линзы, обладающей такой же увеличительной способностью, что и этот составной окуляр, равно удвоенному произведению фокусных расстояний двух линз, деленному на сумму тех же чисел. Или же оно равно половине фокусного расстояния бинокля. Таким образом, применительно к предыдущему примеру, удвоенное произведение фокусных расстояний двух объективов равно 6, а их сумма равна 4. Первое число, деленное на последнее, дает коэффициент  $1\frac{1}{2}$ , представляющий собой фокусное расстояние одной линзы, которая дает такую же увеличительную силу, как и окуляр; и  $1\frac{1}{2}$  - это всего лишь половина фокусного расстояния бинокля. Соотношение фокусных расстояний двух линз друг к другу, согласно Гюйгенсу, должно составлять 3 к 1; то есть, если бинокль равен  $4\frac{1}{2}$  дюймам, то бинокль для глаз должен быть равен  $1\frac{1}{2}$ ; и это наиболее общепринятое соотношение. Но некоторые оптики рекомендуют использовать пропорции 3 к 2. Боскович рекомендовал две похожие линзы; и в этом случае расстояние между ними было равно половине суммы их фокусных расстояний, как в окуляре гюйгеня.

Изображение формируется в IM, на фокусном расстоянии линзы, расположенной рядом с глазом, и на таком же расстоянии от бинокля. Когда основным объектом ахроматического телескопа является четкое зрение, обе линзы обычно плосковыпуклые и обращены своими изогнутыми гранями к стеклу объекта, как показано на рисунке. Иногда, однако, они состоят из

так называемых *скрещенных* линз, то есть линз, отшлифованных с одной стороны для короткой фокусировки, а с другой стороны для довольно длинной фокусировки, причем стороны с наиболее глубокими изгибами обращены к стеклу объекта. Диафрагма, или отверстие надлежащего диаметра, помещается в фокусе хрусталика глаза, куда падает изображение, формируемое предметным стеклом, с целью отсечения крайних лучей полевой линзы и придания каждой части поля зрения одинаковой четкости. Аналогичная форма окуляра обычно применяется к григорианским отражателям. Короче говоря, при точной конструкции он применим к телескопам любого типа. Этот окуляр, позволяющий видеть изображение глазом за внутренней линзой, обычно называется *негативным* окуляром, и это тот окуляр, который производители оптических приборов обычно поставляют трех-четырёх различных размеров для увеличения различных небесных объектов в зависимости от их природы или состояния атмосферы, в которой они используются.

*Наглазник Рамсдена.*—Существует другая модификация линз, известная под названием *Положительных*, или окуляр Рамсдена, который широко используется в транзитных приборах и телескопах, оснащенных микрометрами, и который обеспечивает такое же хорошее зрение, как и другой окуляр. В этой конструкции линзы плосковыпуклые и почти одинакового фокуса, но расположены на расстоянии друг от друга меньшем, чем фокусное расстояние стекла рядом с глазом, так что изображение рассматриваемого объекта находится за пределами обеих линз при измерении от глаза. Плоские грани двух линз в этом окуляре повернуты в противоположных направлениях - одна обращена к объективному стеклу, а другая — к глазу наблюдателя; и поскольку изображение, формируемое в фокусе объективного стекла, лежит параллельно плоской грани смежной линзы, каждая часть поля зрения различима при одинаковой настройке, или, как говорят оптики, существует *плоское поле*, которое без диафрагмы предотвращает искажение объекта. Этот окуляр представлен на рис. 74, где АВ и CD представляют собой две плосковыпуклые линзы, обращенные выпуклыми сторонами внутрь. Они имеют почти одинаковое фокусное расстояние и расположены на расстоянии друг от друга, равном примерно двум третям фокусного расстояния каждого из них. Фокусное расстояние эквивалентной одиночной линзы равно трем четвертям фокусного расстояния любой линзы, при условии, что они имеют равные фокусные расстояния. Этот окуляр обычно применяется, когда в обычном фокусе используются проволочки в виде паутины; поскольку деталь, содержащую линзы, можно вынимать, не нарушая линий, и она регулируется для четкого видения; и каким бы ни был размер любого объекта, заданный проволочным микрометром в солнечном фокусе, он не изменяется при изменении силы увеличения при замене второго окуляра такой конструкции.

*рисунок 74.*



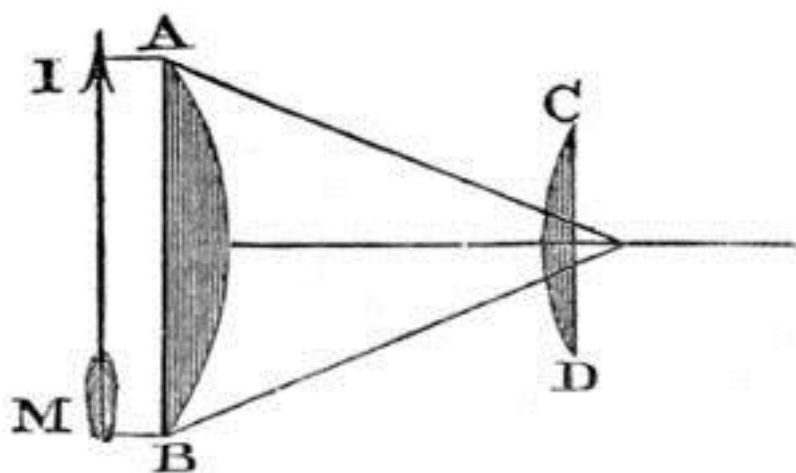
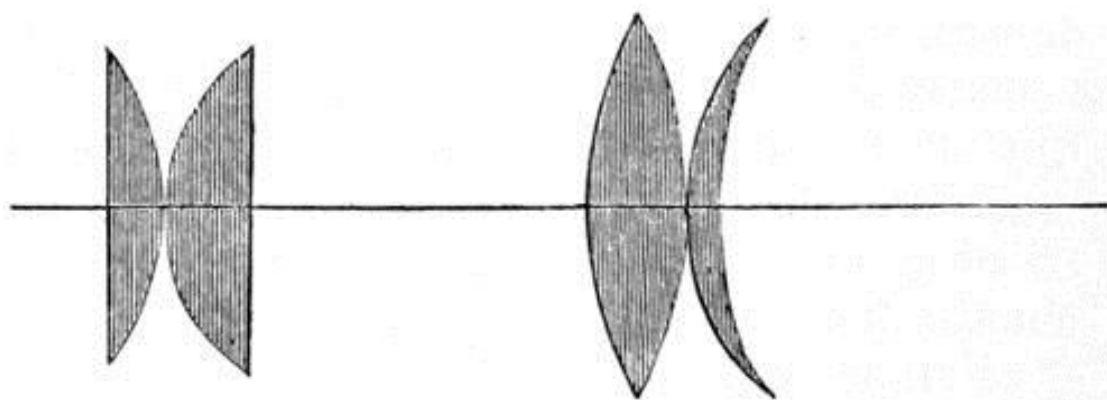


рисунок 75.

рисунок 76.



**Аберрация линз.**—В связи с приведенными выше описаниями приведенные ниже утверждения, касающиеся сферической аберрации линз, не могут быть неуместными. Мистер Джон Доллонд в письме мистеру Шорту отмечает, что ‘аберрация в одной линзе равна кубу преломленного угла; но если преломление вызвано двумя линзами, сумма кубов каждой половины будет равна  $\frac{1}{4}$  преломленного угла, удвоенный куб 1 равен  $\frac{1}{4}$  куба 2. Таким образом, трехкратный куб 1 составляет всего *одну девятую* куба 3.’ И т.д. Следовательно, нечеткость границ поля зрения телескопа уменьшается за счет увеличения количества линз в окуляре. Сэр Дж. Гершель показал, что если соединить две плосковыпуклые линзы, как показано на рис. 75, то аберрация составит всего 0,2481, или *одну четвертую* от аберрации одной линзы в ее наилучшей форме. Фокусное расстояние первого из этих объективов должно соответствовать фокусному расстоянию второго от 1 до 2,3. Если их фокусные расстояния равны, аберрация составит 0,603, или почти половину. Сферическая аберрация, однако, может быть *полностью* устранена сочетанием мениска и двойной выпуклой линзы, как показано на рис. 76, при этом выпуклые стороны обращены к глазу, когда они используются в качестве линз, и к параллельным лучам, когда они используются в качестве прожигающих очков. Сэр Дж. Гершель вычислил следующие кривизны для таких линз.

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| Фокусное расстояние выпуклой линзы | +10.000 |
| Радиус ее первой поверхности       | +5.833  |
| Радиус ее второй поверхности       | -35.000 |

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| Фокусное расстояние мениска         | +17.829 |
| Радиус ее первой поверхности        | +3.688  |
| Радиус ее второй поверхности        | +6.294  |
| Фокусное расстояние составной линзы | +6.407  |

Исходя из вышеизложенных общих принципов, хороший астрономический окуляр может быть легко сконструирован с двумя подходящими линзами либо по плану Гюйгенса, либо по плану Рамсдена; и из того, что было сейчас изложено, совершенно очевидно, что во всех случаях, когда правильно сочетаются два стекла, такой окуляр превосходит одиночную линзу как с точки зрения четкости, так и с точки зрения расширения поля зрения. Недавно я оснастил окуляр по принципу Рамсдена двумя линзами с фокусным расстоянием около 3 дюймов каждая и диаметром  $1\frac{3}{8}$  дюйма, расположенными на расстоянии полдюйма друг от друга так, чтобы их выпуклые поверхности были обращены друг к другу, как показано на рис. 74, что образует превосходный окуляр для ахроматического телескопа с фокусным расстоянием 6 футов 8 дюймов и апертурой 4 дюйма, особенно для наблюдения звездных скоплений, Млечного Пути и крупных туманностей. Поле зрения велико, сила увеличения составляет всего от 50 до 60 раз, а количество света настолько велико, что каждый небесный объект виден с большой яркостью, и в целом это гораздо предпочтительнее, когда применяется к звездам, чем любая из высших сил. Применительно к *Presepe* в Раке, он демонстрирует эту группу на одном снимке как состоящую почти из 100 звезд, которые обладают красивым и наиболее поразительным внешним видом.

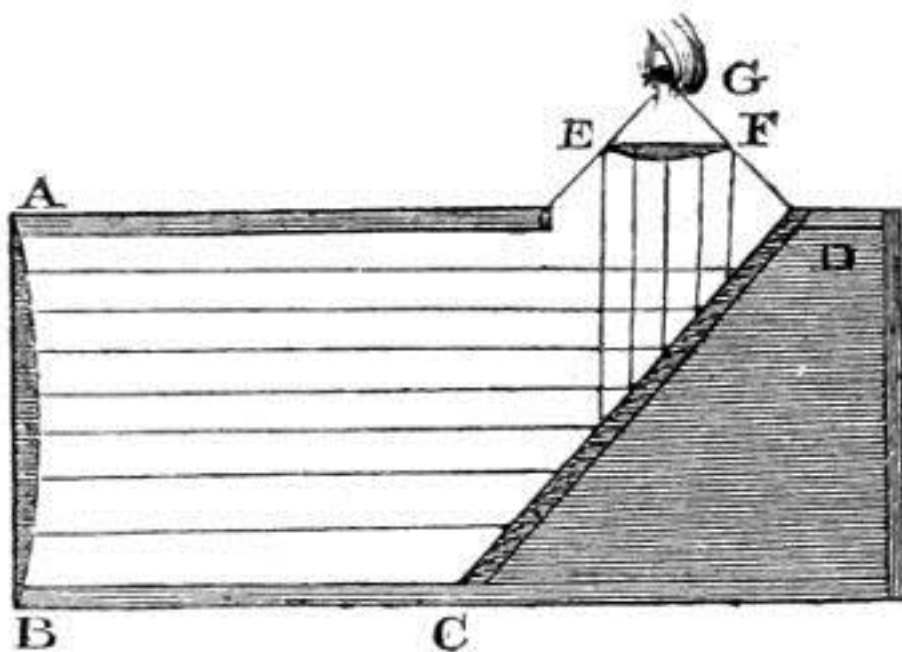
Может показаться любопытным тот факт, что любой окуляр, который хорош для короткого телескопа, хорош и для длинного, но обратное неверно, поскольку оказывается, что изготовить хороший окуляр для бинокля с коротким фокусным расстоянием сложнее, чем для бинокля с большим фокусным расстоянием.

Небесные смотровые площадки иногда конструируются таким образом, чтобы производить *переменную мощность*. Это достигается путем придания движения линзе, расположенной рядом с глазом, таким образом, чтобы переместить ее ближе к полевой линзе или дальше от нее; поскольку на каждом различном расстоянии, на котором она находится от другой линзы, увеличительная сила будет либо увеличиваться, либо уменьшаться. Наибольшая мощность достигается, когда две линзы почти соприкасаются, и мощность уменьшается пропорционально расстоянию, на которое стекло, расположенное рядом с глазом, удалено от другого. Однако масштаб расстояния между двумя линзами не может быть больше фокусного расстояния поля зрения или внутреннего стекла; ибо если бы это было так, линзы больше не образовывали бы окуляр, а превратились бы в перевернутый театральный бинокль. Для достижения указанной цели монокуляр закрепляется в трубке, которая скользит по внутренней трубке, на которой нанесена шкала расстояний, соответствующая определенной степени увеличения; и, таким образом, окуляр может быть увеличен примерно вдвое, когда линзы находятся в одном положении, чем когда они находятся в другом — так как, например, таким образом могут быть применены все мощности от 36 до 72 раз, просто регулируя расстояние между двумя линзами. Когда очки варьируются таким образом, окуляр иногда становится *положительным*, как у Рамсдена, а иногда *отрицательным*, как у Гюйгенса.

*Диагональные проушины.* Окуляры, на которые мы сейчас обратили внимание, будучи адаптированными к телескопам-рефракторам, как обращают, так и инвертируют объект, и поэтому не рассчитаны на отображение земных объектов в их естественном положении. Но поскольку небесные тела имеют сферическую форму, это обстоятельство нисколько не умаляет их полезности. Однако, когда небесный объект находится на большой высоте, наблюдатель вынужден принять очень неудобное положение головы и направить свой взгляд почти вверх; в таком положении он не может долго оставаться расслабленным или наблюдать неподвижным взглядом. Чтобы устранить это неудобство, был изобретен диагональный окуляр, который допускает применение глаза сбоку - или в верхней части окуляра, а не на конце; и когда используется такой окуляр, не имеет значения, в каком направлении поднят телескоп, поскольку наблюдатель может тогда либо сидеть, либо стоять прямо и смотреть на объект сверху вниз с предельной легкостью. Эта цель достигается путем помещения плоского куска полированного зеркального металла под углом 45 градусов по отношению к двум линзам окуляра, что изменяет направление сходящихся лучей и формирует изображение, которое становится вертикальным по высоте, но меняется в обратном направлении по азимуту; другими словами, когда мы смотрим вниз на объекты в поле зрения, они кажутся вертикальными; но та часть объекта, которая в действительности находится по правую руку от нас, появляется слева; и если он находится в движении, его *видимость* противоположна к его *реальному* движению; если оно движется на запад, то будет казаться, что оно движется на восток.

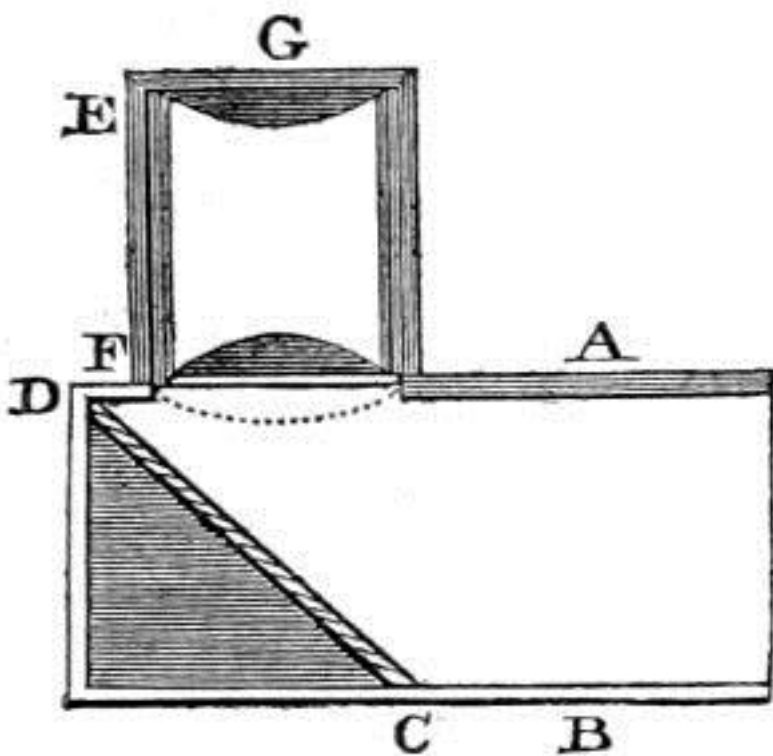
Диагональный отражатель в этом окуляре может быть установлен в трех ситуациях. Он может располагаться либо 1. перед окуляром, либо 2. за ним, либо 3. между двумя линзами, из которых состоит окуляр. Наиболее распространенное положение отражателя - между линзами; и это может быть сделано как в отрицательном, так и в положительном окулярах; но поскольку расстояние между двумя линзами обязательно значительное, чтобы освободить место для диагонального расположения отражателя, мощность увеличения не может быть большой; в противном случае диагональный окуляр такой конструкции всегда регулируется и полезен во всех случаях, когда не требуется большая мощность. Ниже приводится описание и изображение диагонального окуляра такого типа, находящегося в моем распоряжении.

*рисунок 77.*



На рис. 77 АВ представляет плосковыпуклую линзу рядом с объектом, фокусное расстояние которой составляет около 2 дюймов, а диаметр -  $\frac{3}{4}$  дюйма; CD - простое металлическое зеркало овальной формы, хорошо отполированное и расположенное под половиной прямого угла к оси трубки; и EF - еще одна плосковыпуклая линза с фокусным расстоянием около  $1\frac{1}{2}$  дюйма. Центр зеркала находится примерно в  $\frac{1}{4}$  дюйма от линзы АВ и примерно в  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{1}{3}$  дюймах от EF; так что этот окуляр является *положительным* по принципу, предложенному Рамсденом. Лучи, исходящие из линзы АВ и падающие на зеркальце, отражаются в перпендикулярном направлении к линзе EF, где они попадают в глаз в точке G, который смотрит на объект сверху вниз через боковую стенку трубки. Реальный размер этого окуляра примерно такой же, как у изображенного на рисунке. При использовании ахроматического телескопа с фокусным расстоянием  $44\frac{1}{2}$  дюйма он обеспечивает увеличение в 36 раз и обеспечивает очень красивый вид всей полной луны. Это также представляет собой очень приятную перспективу земных объектов, которые кажутся расположенными непосредственно под нами.

рисунок 78.



Другой план диагонального окуляра представлен на рис. 78, где зеркало закреплено *внутри* скользящей трубки, в которую вставляется окуляр, или непосредственно под ним. Часть трубки в точке АВ вставляется в трубу телескопа, CD - это зеркало, расположенное под половиной прямого угла к оси трубки, а EF - трубка, содержащая линзы, которая стоит под прямым углом к положению телескопа и вставляется во внешнюю трубку, и глаз прикладывается к точке G. Такая конструкция диагонального окуляра может быть использована с любым окуляром, будь то гюйгенский или рамсенский. Он допускает любое увеличение, и если к выдвижной трубке прикрепить несколько разных окуляров, их можно менять по желанию. Поэтому я считаю такую форму диагонального окуляра наилучшей и наиболее удобной конструкцией, хотя она обычно не используется оптиками.

Когда любой из этих окуляров прикладывается к телескопу с линзой E в верхней его части, мы смотрим на объект сверху вниз, если он земной, как если бы он был у нас под ногами. Если мы повернем окуляр в глазнице на четверть круга влево, объект, находящийся прямо перед нами на юге, будет выглядеть так, как если бы он находился *на западе* и был перевернут вверх ногами. Если из этого положения повернуть его по полукругу вправо и приложить глаз, то тот же объект будет выглядеть так, как если бы он находился на востоке и был перевернут; а если повернуть его в другом квадранте, пока он не окажется прямо противоположным своему первому положению, и приложить глаз снизу, то объект или ландшафт будут казаться как бы подвешенными в атмосфере над нами. Таким образом, этот окуляр способен отображать объекты в самых разнообразных аспектах, и пользоваться им наблюдателю приятно и легко. Но существует значительная потеря света, вызванная отражением от зеркала, которая ощутимо ощущается при приложении очень высокой мощности; и поэтому, когда необходимо наблюдать очень маленькие звезды, такие как некоторые из тех, которые связаны с двойными или тройными звездами, наблюдателю следует изучать не столько свою легкость, сколько

количество света, которое он может удерживать при высокой мощности, чего лучше всего достичь с помощью обычного окуляра и телескопа с большой апертурой.

Мы уже говорили, что диагональный окуляр может быть сконструирован с отражателем *перед* окуляром. В этом случае зеркальце иногда заставляют скользить перед глазом под требуемым углом наклона, при этом каждый окуляр обязательно должен иметь углубление для его установки, а глаз должен накладываться без отверстия для его направления, но его можно надевать и снимать, не нарушая настройки для обеспечения четкого зрения, и оно очень простое в применении. Но, в целом, форма, представленная на рис. 78, является наиболее удобной, и, как правило, ее следует предпочесть, поскольку к ней можно применить любой обычный астрономический окуляр. Я использовал такой диагональный окуляр с хорошим эффектом, когда к солнцу и другим небесным объектам была применена мощность 180.

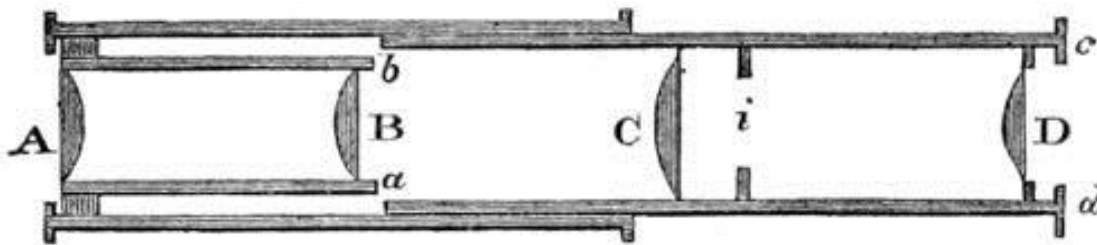
Вместо металлического зеркала иногда заменяют *прямоугольную призму из стекла*, поскольку в этом случае лучи света изгибаются, отражаясь от второй полированной поверхности, которая должна быть *сухой*, и подвергаются двойному преломлению, которое ахроматизирует их; и таким образом получается тот же эффект, что и от полированного металла. Рамсенд иногда придавал одной из полированных граней прямоугольной призмы изгиб, призма которого служила вместо линзы в окуляре, а также выполняла функцию отражателя. Полусфера, или то, что было названо "яблочко", также использовалась в качестве диагонального окуляра, и когда изгиб правильно сформирован, а стекло хорошее, оно ахроматично и, как говорят, работает довольно хорошо, но оно не превосходит уже описанные формы.

## *РАЗДЕЛ. 2.ЗЕМНЫЕ ГЛАЗНЫЕ ЯБЛОКИ.*

При описании обычного телескопа-рефрактора (стр. 228) Я заметил, что три бинокля, расположенные на удвоенных фокусных расстояниях друг от друга, ранее составляли земной окуляр, как показано на рис. 47. Но эта конструкция, особенно для ахроматических инструментов, в настоящее время устарела и никогда не используется, за исключением маленьких карманных подзорных труб, выполненных с одной предметной линзой. Вместо него был заменен окуляр с четырьмя стеклами, который в настоящее время повсеместно используется во всех хороших телескопах и который, помимо улучшения зрения и получения изображений объектов в вертикальном положении, обеспечивает значительно большее поле зрения. На прогрессивных этапах совершенствования конструкции прямых окуляров Доллондом и Рамсденом последовательно вводились три, четыре и пять линз; и поэтому в некоторых старых телескопах, сконструированных этими мастерами, мы часто находим пять линз разного описания, составляющих окуляр. Но в конечном итоге предпочтение было отдано четырем линзам, расположенным так, как я сейчас собираюсь описать. В телескопе, имеющем небесный окуляр гюйгеновской формы, изображение, формируемое в фокусе предметного стекла, является тем, которое видно увеличенным и в перевернутом положении; но когда используется окуляр с четырьмя стеклами, который обеспечивает прямой обзор объекта, изображение повторяется, и *второе* изображение, которое формируется внутренней парой линз АВ в увеличенном масштабе, является тем, которое пара линз CD на конце глаза делает видимым в еще более увеличенном масштабе. Современный земной окуляр, представленный на рис. 79, на самом деле представляет собой не что иное, как составной микроскоп, состоящий из объектной линзы, увеличительной линзы и окуляра, состоящего из пары линз по принципу окуляра гюйгенса. Его свойства лучше всего будут поняты при рассмотрении первого

изображения объекта, которое формируется в фокусе предметного стекла в виде небольшого светящегося объекта, который должен быть виден в увеличенном состоянии с помощью составного микроскопа. Объект, подлежащий увеличению, может рассматриваться как расположенный вблизи точки А, а увеличенное изображение - в точке  $i$ , которая просматривается линзой D. Следовательно, если мы посмотрим через такой окуляр на небольшой объект, расположенный очень близко клинзе А, мы обнаружим, что он действует как составной микроскоп с умеренной увеличительной силой, увеличивающий в некоторых случаях диаметр объекта примерно в 10 раз и поверхность в 100 раз.

рисунк 79.



Чтобы различать разные линзы в этом окуляре, мы можем назвать линзу А, которая находится рядом с первым изображением, *объективной*, следующую за ней линзу В, *увеличивающую линзу*, третью, или С, *полевой линзой*, и ту, что находится рядом с глазом, D, *линзой для глаз*. Первое изображение, сформированное незадолго до А, может быть обозначено как *лучистый* или объект, от которого исходят лучи. Итак, хорошо известен принцип в оптике, согласно которому, если источник излучения подвести ближе к линзе, чем к его основному фокусу, выходящие лучи будут *расходиться*, и, наоборот, если источник излучения поместить дальше от линзы, чем его основное фокусное расстояние, выходящие лучи будут *сходиться* к точке на расстоянии за линзой, которое будет зависеть от расстояния источника излучения от первой грани линзы. В этом месте изображение источника будет сформировано совпадением сходящихся лучей, но в противоположном положении; и длина изображения будет превышать длину источника в той же пропорции, в какой расстояние изображения от источника превышает расстояние излучения от линзы. Это вторичное изображение источника в  $i$  не является четко определенным, когда используется только одна линза, такая как А, из-за больших сферических аберраций, и поэтому усиливающая линза расположена на расстоянии более короткого сопряженного фокуса с промежуточной диафрагмой небольшого диаметра в месте основного фокуса; использование этой линзы и диафрагмы заключается, во—первых, в отсечении цветных лучей, которые возникают из-за рассеивающих свойств объектной линзы, - и, во-вторых, для приведения лучей к более короткому сопряженному фокусу в месте изображения, в котором они находятся. чем это имело бы место при использовании единственной линзы, имеющей только одно преломление. Поскольку вторичное изображение таким образом получается гораздо более четким и свободным от окрашивания, добавление этой второй линзы значительно улучшает зрение. По этой причине я определенно придерживаюсь мнения, что объективное стекло составного микроскопа должно состоять не из маленькой одиночной линзы, а из двух линз по изложенному выше принципу, что, несомненно, повысило бы четкость зрения.

Что касается *пропорций фокусных расстояний линз* в этом четырехстекольном окуляре, м-р Коддингтон утверждает, что если фокусные расстояния, отсчитываемые от А до D, рис. 79, равны числам 3, 4, 4 и 3, а расстояния между ними в той же шкале, 4, 6 и 5, 2, то радиусы, отсчитываемые от внешней поверхности А, должны быть такими:—

- A {Первая поверхность 27} почти плосковыпуклая.  
{Вторая поверхность 1}
- B {Первая поверхность 9} минискус.  
{Вторая поверхность 4}
- C {Первая поверхность 1} почти плосковыпуклая.  
{Вторая поверхность 21}
- D {Первая поверхность 1} двойная выпуклость.  
{Вторая поверхность 24}

Сэр Д. Брюстер утверждает, что хороший ахроматический окуляр может быть изготовлен из 4 линз, если их фокусные расстояния, считая от ближайшего к объекту, равны числам 14, 21, 27, 32; их расстояния 23, 44, 40; их апертуры 5,6; 3,4; 13,5; 2,6; и апертура диафрагмы, расположенной во внутреннем фокусе четвертого окуляра, равна 7. Можно указать другое соотношение: -Предположим, что объектив, следующий за объектом А, имеет фокусное расстояние  $1\frac{7}{8}$  дюйма, тогда В может составлять  $2\frac{1}{2}$  дюйма, С 2 дюйма и D  $1\frac{1}{2}$ ; и их расстояния АВ  $2\frac{1}{2}$ ; ВС  $3\frac{5}{8}$ ; и CD  $2\frac{3}{8}$ . В одном из небольших телескопов Рамсдена, фокусное расстояние стекла которого составляло  $8\frac{1}{2}$  дюйма, а сила увеличения - 15,4, фокусные расстояния очков составляли А 0,775 дюйма, В 1,025, С 1,01, D 0,79; —расстояния АВ 1,18, ВС 1,83 и CD 1,105. В превосходном ахроматическом телескопе конструкции Доллона, принадлежавшем герцогу де Шольну, фокусные расстояния очков, начиная с того, что находится рядом с объектом, составляли  $14\frac{1}{2}$  линии, 19,  $22\frac{1}{2}$ , 14; их расстояния 22,48 линии, 46,17, 21,45, а их толщина в центре - 1,23 линии, 1,25, 1,47. Четвертая линза была плосковыпуклой, обращенной плоской стороной к глазу, а остальные были двойными выпуклыми линзами. Фокусное расстояние этого телескопа составляло 3 фута  $5\frac{1}{2}$  дюйма.

Увеличительная способность этого окуляра в обычном исполнении лишь в незначительной степени отличается от той, которую можно было бы получить при использовании только первого или четвертого стекла, и в этом случае увеличительная сила была бы несколько больше, но зрение менее отчетливым, и если бы линза рядом с глазом использовалась отдельно, без бинокля, поле зрения было бы значительно сужено. Между линзами А и В, рядом с В, следует установить ограничители, а между линзами С и D - большего размера, чтобы предотвратить попадание ложного света через линзы в глаз. Чем больше упоров установлено в телескоп, которые все должны быть затемнены, при условии, что они не препятствуют лучам света, исходящим от объекта, тем лучше будет работать инструмент.

К сведению конструкторов-любителей телескопов, я приведу здесь размеры двух или трех имеющихся в моем распоряжении окуляров с четырьмя стеклами, которые работают с большой отчетливостью и обеспечивают довольно большое поле зрения. В одном из них, адаптированном к  $44\frac{1}{2}$ -дюймовому ахроматическому объективу, объектив А, расположенный рядом с объектом, имеет фокусное расстояние  $1\frac{7}{8}$  дюйма и диаметр около 1 дюйма, а плоская



сторона расположена рядом с объектом. Фокусное расстояние объектива В  $2\frac{1}{10}$  дюймов, диаметр -  $\frac{7}{10}$  дюймов, плоская сторона рядом с А; расстояние этих линз друг от друга -  $2\frac{4}{10}$  дюймов. Расстояние между полевой линзой С и линзой В  $5\frac{1}{2}$  дюйма. Небольшое отверстие или диафрагма между А и В находится в фокусе А и имеет диаметр около  $\frac{1}{8}$  дюймов и около  $\frac{3}{8}$  дюймов от объектива В. Полевой объектив С имеет фокусное расстояние 2 дюйма и диаметр  $1\frac{1}{4}$  дюйма, его плоская сторона расположена рядом с глазом. Объектив рядом с глазом D имеет фокусное расстояние 1 дюйм, диаметр  $\frac{1}{2}$  дюйма и удален от бинокля на  $1\frac{1}{2}$  дюйма, его плоская сторона находится рядом с глазом. Увеличительная способность этого окуляра эквивалентна увеличительной способности одного объектива с фокусным расстоянием в полдюйма, а с объективным стеклом диаметром 44 с половиной дюйма увеличительная способность увеличивается примерно в 90 раз. Линзу, расположенную рядом с глазом, можно заменить на другую с фокусным расстоянием  $1\frac{3}{8}$  дюйма, что дает мощность 65; а два компакт-диска с очками можно заменить на другой комплект с большим фокусным расстоянием, который дает мощность в 45 раз. Вся длина этого проушины составляет  $11\frac{1}{2}$  дюйма.

В другом окуляре, адаптированном для карманного ахроматика, фокусное расстояние стекла которого составляет 9 дюймов, объектив А имеет фокусное расстояние 1 дюйм и диаметр  $\frac{1}{2}$  дюйма; объектив В имеет диаметр  $1\frac{1}{4}$  дюйма и  $\frac{1}{2}$  дюйма, расстояние между ними  $1\frac{1}{2}$  дюйма, объектив С имеет фокусное расстояние  $1\frac{1}{10}$  дюймов и диаметр  $\frac{5}{8}$  дюймов; объектив D имеет фокусное расстояние  $\frac{5}{8}$  дюймов и диаметр  $\frac{3}{8}$  дюймов; расстояние между С и D составляет  $1\frac{1}{8}$  дюйма. Расстояние между В и С  $1\frac{1}{2}$  дюйма. Вся длина этого окуляра составляет  $4\frac{1}{2}$  дюйма, а его мощность почти равна мощности одиночной линзы с фокусным расстоянием в  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{6}{10}$  дюймов, при этом мощность увеличения телескопа составляет примерно 16 раз. Другой окуляр гораздо больших размеров имеет объектив А с фокусным расстоянием  $2\frac{1}{2}$  дюйма и диаметром  $\frac{3}{4}$  дюйма: объектив В с фокусом  $2\frac{1}{2}$  дюйма и диаметром  $\frac{5}{8}$  дюймов; и их расстояние  $2\frac{1}{2}$  дюйма; объектив С с фокусом  $2\frac{5}{8}$  дюйма и диаметром  $1\frac{1}{8}$  дюйма; объектив D с фокусом  $1\frac{1}{2}$  дюйма и диаметром  $\frac{3}{4}$  дюйма; расстояние друг от друга  $2\frac{1}{2}$  дюйма. Расстояние между линзами В и С составляет 4 дюйма. Увеличительная мощность равна увеличительной мощности одного объектива с фокусным расстоянием  $1\frac{1}{8}$  дюйма. При нанесении на ахроматическое предметное стекло с фокусным расстоянием 6 футов 7 дюймов оно обеспечивает мощность примерно в 70 раз большую. Этот окуляр имеет подвижную трубку длиной 9 дюймов, в которой находятся две линзы рядом с глазом, вытягивая которую и, следовательно, увеличивая расстояние между линзами В и С, увеличивающая сила может быть увеличена до 100, 120 или 140 в зависимости от расстояния, на которое вытягивается эта подвижная трубка. Он также оснащен вторым и третьим набором линз, соответствующих С и D, с меньшим фокусным расстоянием, которые обеспечивают более высокую увеличительную силу по принципу, который будет объяснен позже.

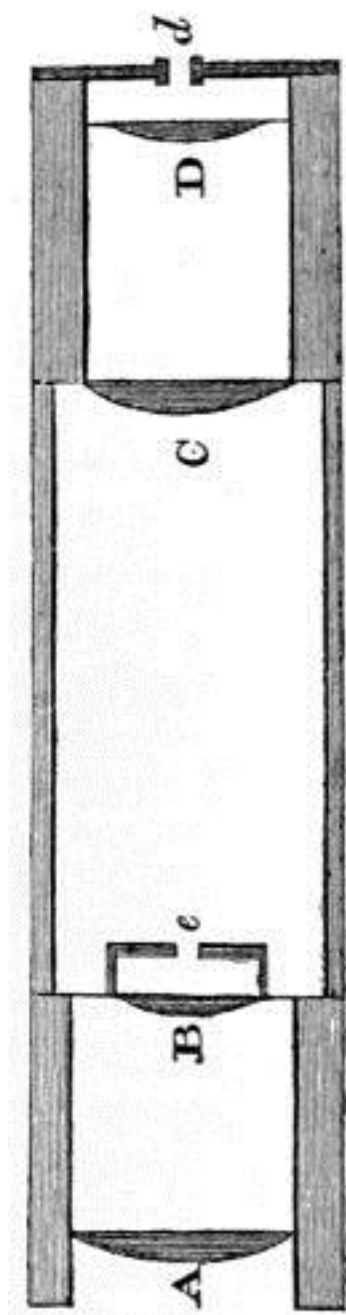
#### *Описание окуляра и т.п. старого голландского ахроматического телескопа.*

Около двадцати или тридцати лет назад я приобрел в магазине оптики в Эдинбурге небольшой ахроматический телескоп амстердамского производства, который, как предположил оптик, был сконструирован до изобретения ахроматических телескопов мистером Доллондом. Он полностью изготовлен из латуни, и все его части являются произведением красивой и изысканной работы, и, по-видимому, было приложено максимум усилий для точной регулировки всех стекол и диафрагм. Объективное стекло двойное ахроматическое, с фокусным расстоянием  $6\frac{1}{2}$  дюйма и диаметром 1 дюйм, но прозрачная диафрагма имеет диаметр всего  $\frac{7}{8}$

дюймов. Он идеально ахроматичен и обладал бы мощностью в 50 раз большей, если бы в нем было достаточное количество света. На трубке, примыкающей к предметному стеклу, выгравирована следующая надпись: *“Ян ван Дейл, изобретатель и фехтовальщик, Амстердам, 1769 год”*. Хотя Доллонд продемонстрировал принцип ахроматического телескопа за восемь или десять лет до указанной здесь даты, все же не исключено, что художник, чье имя здесь указано, мог не слышать об изобретении Доллона; и что он действительно был, как он предполагает, одним из изобретателей ахроматического телескопа. Ибо изобретение Доллондом этого телескопа было широко известно лишь среди философов и лондонских оптиков спустя несколько лет после указанной выше даты. Эйлер в своих “Письмах к немецкой принцессе”, в которых, в частности, описываются телескопы, не упоминает и не делает ни малейшего намека на изобретение Доллона, хотя эта тема особенно привлекала его внимание. Так вот, эти письма были написаны в 1762 году, но опубликованы только в 1770 году. Упомянув в Письме 43 о дефектах телескопов, возникающих из-за различной преломляемости лучей света, и о том, что их, возможно, можно было бы устранить с помощью различных прозрачных веществ, он говорит: “Но ни теория, ни практика до сих пор не были доведены до степени совершенства, необходимой для создания конструкции, которая должна устранить эти дефекты”. Мистер Б. Мартин в своей “Философии джентльмена и леди”, опубликованной в 1781 году, упоминает ахроматический телескоп, но говорит о нем так, как будто он очень мало, если вообще превосходит обычный преломляющий телескоп. И поэтому я считаю весьма вероятным, что Ян ван Дейл действительно был изобретателем ахроматического телескопа до того, как он обратил внимание на то, что Доллонд и другие сделали таким образом незадолго до этого.

Но моя главная цель при описании этого телескопа - описать структуру окуляра, который является очень тонким и который несколько отличается от ахроматического окуляра, описанного выше. Он состоит из четырех стекол, два из которых расположены рядом с глазом, а два - рядом с объектом. Каждое из этих сочетаний образует астрономический окуляр, почти аналогичный гюйгенскому. Объектив А, следующий за объектом, рис. 80, имеет фокусное расстояние  $\frac{5}{8}$  дюймов и диаметр  $\frac{4}{10}$  дюймов; объектив В имеет фокус  $\frac{3}{8}$  дюймов и диаметр  $\frac{1}{5}$  дюймов, а расстояние между ними несколько меньше, чем  $\frac{5}{8}$  дюймов; диаметр диафрагмы е составляет около  $\frac{1}{15}$  дюймов. Такое сочетание образует превосходный астрономический окуляр с большим плоским полем зрения, а его увеличительная способность эквивалентна увеличительной способности одной линзы с фокусным расстоянием  $\frac{5}{8}$  или  $\frac{6}{8}$ . Объектив С имеет фокусное расстояние в  $\frac{1}{2}$  дюйма и диаметр  $\frac{4}{10}$  дюймов; объектив D имеет фокус в  $\frac{1}{4}$  дюйма и диаметр около  $\frac{1}{5}$  дюймов; их расстояние составляет около  $\frac{1}{2}$  дюйма или чуть больше. Диаметр отверстия в точке  $d$  составляет около  $\frac{1}{20}$  или  $\frac{1}{25}$  дюйма, а расстояние между линзами В и С - около  $1\frac{1}{2}$  дюйма. Вся длина проушины составляет  $3\frac{1}{4}$  дюйма - точно такого же размера, как показано на гравюре. Его увеличительная способность равна увеличительной способности одной линзы с фокусным расстоянием в  $\frac{1}{4}$  дюйма; и, следовательно, телескоп, хотя и имеет длину всего 9 с половиной дюймов, увеличивает в 26 раз с большой отчетливостью, хотя при просмотре наземных объектов, которые плохо освещены, наблюдается небольшой недостаток света.

рисунок 80.



Все стекла этого телескопа плосковыпуклые, обращены выпуклыми сторонами к объекту, за исключением линзы D, которая имеет двойную выпуклость, но наиболее плоская со стороны, прилегающей к глазу, и все они выполнены очень аккуратно. Две линзы C и D образуют астрономический окуляр, почти аналогичный тому, который образуют линзы A и B. Фокусировка телескопа регулируется с помощью винта, резьба которого выполнена на внешней стороне трубки, в которую вставляется окуляр. Окуляр и соединенный с ним прибор ввинчиваются внутрь основной трубки, когда они не используются, когда инструмент образует компактный латунный цилиндр длиной 6 дюймов, который заключен в футляр из рыбьей кожи, обшитый шелковым бархатом, который открывается с помощью петель.

Линзы в ранее описанных окулярах, хотя и заявлены как плосковыпуклые, по большей части *скрещенные* стекла, которые отшлифованы на инструментах с длинной фокусировкой с одной стороны и с короткой фокусировкой с другой. Конструкция окуляра голландского телескопа, описанная выше, может быть с успехом применена к большинству наших ахроматических телескопов; и я убежден, исходя из того, как я применял ее к различным телескопам, что она даже превосходит по четкости и точности, а также *поровности поля*, которую она дает, окуляр, используемый в обычных целях. Два астрономических окуляра, из которых он состоит, при применении к большим ахроматическим телескопам работают с большой точностью и превосходно приспособлены для наблюдений за небесными телами.

### *РАЗДЕЛ 3. ОПИСАНИЕ ПАНКРАТИЧЕСКОЙ ГЛАЗНОЙ ТРУБКИ.*

Из того, что мы указали при описании обычного земного окуляра, применяемого в настоящее время к ахроматическим инструментам (стр. 349, рис. 79.), представляется очевидным, что любое разнообразие увеличительных мощностей в определенных пределах может быть получено путем удаления набора линз CD, рис. 79, ближе к трубке, содержащей линзы A и B, или дальше от нее, по тому же принципу, по которому увеличительная мощность составного микроскопа увеличивается путем удаления очков на большее расстояние от линзы объекта. Если затем пара глазных линз CD будет присоединена к внутренней трубке, которая будет выдвигать и увеличивать их расстояние от внутренней пары линз, такой как трубка *bc d*, увеличительную силу можно бесконечно увеличивать или уменьшать, вдавливая или вытягивая скользящую трубку, и на этой трубке может быть размещена шкала, которая, если разделить ее на равные интервалы, будет представлять собой шкалу увеличительных мощностей, по которой мощность телескопа будет видна при каждом делении, когда однажды определена наименьшая мощность.

Сэр Дэвид Брюстер в своем 'Трактате о новых философских инструментах', книга i, глава vii. страница 59, опубликованная в 1813 году, ссылается на это обстоятельство в своем описании "Проволочного микрометра с окуляром" и жалуется на мистера Иезекииля Уокера, который в "Philosophical Magazine" за август 1811 года описал такой инструмент как свое собственное изобретение. Доктор Китченер несколько лет спустя описал то, что он назвал панкратическим, или всемогущим окуляром, и попросил Доллонда изготовить такой окуляр с несколькими модификациями, отличными от предложенных Брюстером и Уокером, которые заключались не в чем ином, как в разрезании одной трубки на несколько частей и придании ей *появление* нового изобретения. На самом деле, ни один из этих джентльменов не имел права называть это своим особым изобретением, поскольку принцип был известен и признан задолго до этого. Я увеличил увеличительную силу телескопов по тому же принципу за несколько лет до того, как кто-либо из этих джентльменов поделился своими взглядами по этому вопросу, хотя я никогда официально не составлял шкалу увеличительных сил. Мистер Б. Мартин, умерший в 1782 году, предложил много лет назад такую подвижную внутреннюю трубу, о которой шла речь, для изменения увеличительной силы.

Чтобы дать читателю более конкретное представление об этом приспособлении, я представлю ему рисунок и описание одного из панкратических окуляров доктора Китченера, скопированного с того, что недавно оказалось в моем распоряжении. Ниже приведены точные размеры этого прибора с указанием фокусных расстояний и т.д. очков, из которых он состоит.

|                                                                                                                                                                                                                                                             |    |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
|                                                                                                                                                                                                                                                             |    | доли. |
| Длина всей проушины, состоящей из четырех трубок, в полностью вытянутом состоянии, или расстояние от А до В. рис. 81.                                                                                                                                       | 14 | 4     |
| Длина трех трубок, на которых выгравирована шкала, от начала делений в точке В до их окончания в точке С.                                                                                                                                                   | 9  | 15    |
| Каждое деление на десятки равно 3-10 дюйма.                                                                                                                                                                                                                 |    |       |
| Когда три внутренние трубки закрыты на С, длина окуляра составляет ровно                                                                                                                                                                                    | 5  | 5     |
| Когда эти трубки таким образом закрыты, мощность увеличения для ахроматического объектива 3½ фута увеличивается в 100 раз, что является наименьшей мощностью. Когда внутренняя трубка вытянута на ⅓ дюйма или на первое деление, мощность равна 110 и выше. |    |       |
| Фокусное расстояние объектива рядом с объектом                                                                                                                                                                                                              | 1  | 0     |
| То же самое по ширине.                                                                                                                                                                                                                                      | 0  | 65    |
| Плоская сторона этого стекла находится рядом с объектом.                                                                                                                                                                                                    |    |       |
| Фокусное расстояние второго стекла от объекта                                                                                                                                                                                                               | 1  | 5     |
| Это стекло двойное и одинаково выпуклое, ширина                                                                                                                                                                                                             | 0  | 5     |
| Расстояние между этими двумя стеклами                                                                                                                                                                                                                       | 1  | 7     |
| Фокусное расстояние третьей или полевой линзы, которая находится в плоскости со стороны, прилегающей к глазу,                                                                                                                                               | 1  | 1     |
| Ширина аналогично.                                                                                                                                                                                                                                          | 0  | 55    |
| Фокусное расстояние линзы, расположенной рядом с глазом,                                                                                                                                                                                                    | 0  | 6     |
| Ширина                                                                                                                                                                                                                                                      | 0  | 43    |
| Это стекло расположено в плоскости со стороны, прилегающей к глазу.                                                                                                                                                                                         |    |       |
| Расстояние между третьим и четвертым стеклами.                                                                                                                                                                                                              | 1  | 1     |



Из рисунка и описания читатель без труда поймет, как определяется увеличительная способность этого окуляра. Если окажется, что наименьшая мощность для 44-дюймового телескопа равна 100, когда три выдвижные трубки вставляются в большую, то вытягиванием

трубки рядом с глазком на 4 деления получается мощность 140; вытягиванием трубки рядом с глазком на всю длину и второй трубки до деления, обозначенного 220, получается мощность в 220 раз больше, а вытягиванием всех трубок до их максимальной протяженности, как показано на рисунке, получается мощность 400. Эти мощности слишком высоки для такого телескопа, поскольку мощности от 300 до 400 могут использоваться редко или вообще никогда. Если бы шкала начиналась с 50 и заканчивалась на 200, она была бы гораздо лучше приспособлена для 3½-футового телескопа. Каждое изменение увеличительной мощности требует новой настройки окуляра для обеспечения четкого обзора. По мере увеличения силы увеличения расстояние между окуляром и подзорной трубой должно уменьшаться. Доктор Китченер говорит, что 'панкратическая глазная трубка дает более четкое изображение неподвижной звезды и показывает двойные звезды определенно более отчетливо и совершенно разделенными, чем любая другая глазная трубка, и что такие трубки, вероятно, позволят нам определять расстояния этих объектов друг от друга более совершенным способом, чем это было возможно до сих пор'. Эти трубки производятся лондонской фирмой Dollond и продаются по две гиней каждая. Но я не думаю, что они превосходят по качеству те, которые время от времени изготавливаются мистером Талли и другими оптиками.

## ГЛАВА VI.

### *РАЗНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПОВОДУ ТЕЛЕСКОПОВ.*

Следующие замечания, главным образом касающиеся способа использования телескопов, возможно, будут полезны молодым наблюдателям, которые не очень привыкли к способу управления этими инструментами.

1. *Настройки, необходимые при использовании телескопов.* При рассматривании близких объектов со значительным увеличением глазную трубу необходимо отодвигать дальше от подзорной трубы, чем при рассматривании очень удаленных объектов. Когда телескоп настраивается на объект, находящийся на расстоянии 6, 8 или 10 миль, требуется очень значительное изменение настройки, чтобы отчетливо видеть объект на расстоянии двухсот или трехсот ярдов, особенно если прибор оснащен большим увеличением. В этом последнем случае глазную трубу необходимо вытянуть на значительное расстояние за пределы фокуса для получения параллельных лучей. Я обнаружил, что в телескопе с 70-кратным увеличением, когда он настроен на объект, находящийся на расстоянии двух миль, настройку необходимо полностью изменить на дюйм, чтобы отчетливо видеть объект на расстоянии двухсот или трехсот ярдов; то есть в данном случае трубу нужно отвести на дюйм дальше от подзорной трубы и выдвинуть на ту же величину, когда мы хотим рассмотреть объект на расстоянии двух или трех миль. Эти настройки производятся в режиме "карманная перспектива" путем мягкого перемещения окуляра внутрь или наружу, совершая им плавные круговые или спиралевидные движения до тех пор, пока объект не станет отчетливым. При использовании телескопов, которые держат в руке, лучший план состоит в том, чтобы вытянуть все трубки на полную длину, а затем, глядя на объект, левой рукой поддерживая основную трубку рядом с предметным стеклом, а правой поддерживая глазную трубку, мягко и постепенно вдавливать окуляр до получения четкого зрения. В григорианских телескопах-отражателях эта регулировка производится с помощью винта, соединенного с малым зеркалом, а в больших ахроматических телескопах - с помощью зубчатой рейки, соединенной с окуляром. Когда увеличительная способность телескопа сравнительно невелика, зрительную трубу требуется изменить лишь очень незначительно.

Необходимо выполнить еще одну регулировку, чтобы приспособить телескоп к глазам разных людей. Тем, чьи глаза слишком выпуклые или кто близорук, требуется, чтобы глазная трубка была вставлена внутрь, а тем, чьи глаза несколько приплюснуты, как у пожилых людей, требуется, чтобы трубка была вытянута. Действительно, едва ли найдется два человека, чьи глаза не нуждались бы в незначительной корректировке. В некоторых случаях я обнаружил, что разница в настройке у двух человек для достижения у каждого из них четкого зрения составляла почти полдюйма. Отсюда трудность показа солнца, Луны и планет через телескопы и даже земных объектов компании людей, которые не знакомы со способом использования или настройки таких инструментов, — из которых не половина обычно видит объект отчетливо, — поскольку от правильной настройки телескопа на глаз во всех случаях зависит точность зрения; и никто, кроме человека, действительно смотрящего через инструмент, не может быть уверен, что он точно приспособлен к его глазу, и даже сам человек, не привыкший рассматривать определенные объекты, может быть не уверен, правильно ли он настроен. Настройка не должна быть правильной. По опыту я обнаружил, что при высокой мощности увеличения, такой как 150 или 200, разница в настройке, необходимая для разных глаз, очень незначительна; но при использовании низкой мощности, такой как 20, 30 или 40, разница в требуемой настройке иногда очень значительна, составляя  $\frac{1}{4}$  или  $\frac{1}{2}$  дюйма.

*2. Состояние атмосферы, наиболее подходящее для наблюдения за земными и небесными объектами.* Атмосфера, которая образуется вокруг земного шара, — хотя она по существу необходима для физического устройства нашего мира и комфорта его обитателей, — во многих случаях оказывается серьезным препятствием для точной работы телескопов. Иногда он затемнен туманами и испарениями, иногда он сильно колеблется под воздействием солнечного тепла и процесса испарения, и даже в некоторых случаях, когда появляется чистая безоблачная лазурь, происходит перемешивание его частиц и входящих в их состав веществ, что мешает телескопу производить четкое изображение как земных, так и небесных объектов. Для наблюдения удаленных земных объектов, особенно с большим разрешением, лучшее время — раннее утро, немного позже восхода солнца, и с этого периода примерно до 9 часов утра летом; и вечером, примерно за два-три часа до захода солнца. Примерно с 10 часов утра до 4-5 часов пополудни летом, если небо чистое и светит солнце, в атмосфере обычно наблюдается значительная волнистость, вызванная солнечными лучами и быстрым испарением, что препятствует четкому использованию больших мощностей в любой телескоп, каким бы превосходным он ни был. Объекты в такие моменты, когда применяются мощности 50, 70 или 100, кажутся колеблющимися, как морские волны, и, несмотря на все усилия настроить телескоп, они кажутся спутанными и расплывчатыми. Даже при очень умеренном увеличении это несовершенство заметно. В таких обстоятельствах я иногда использовал силу в 200 раз на удаленных наземных объектах с хорошим эффектом незадолго до захода солнца, в то время как утром того же дня я не смог бы применить силу в 50 раз с какой-либо степенью отчетливости. В дни, когда воздух ясен, а атмосфера покрыта облаками, земные объекты можно рассматривать со значительно большей четкостью. Когда наступает длительная засуха, атмосфера находится в очень непригодном состоянии для получения четкого изображения с помощью большого увеличения из-за количества паров, которыми тогда насыщается атмосфера, и создаваемых ими колебаний. Но после обильных ливней, особенно если они сопровождаются сильным ветром, воздух очищается, и отдаленные объекты появляются с большей яркостью и отчетливостью, чем в любое другое время года. При использовании телескопов объекты, на которые мы смотрим, должны, по возможности, находиться почти в направлении,

противоположном направлению движения солнца. Когда на них смотрят почти в направлении солнца, их тени обращены к нам, и поэтому они кажутся тусклыми и неясными. Не обращая внимания на это обстоятельство, некоторые люди, пробуя телескопы, объявили, что хороший инструмент несовершенен, который, если бы его испробовали на объектах, должным образом освещенных, был бы признан превосходным. В нашем изменчивом северном климате атмосфера не так прозрачна и безмятежна для наблюдения в телескоп, как в Италии, на Юге Франции и во многих странах, расположенных в пределах тропиков. Колебания воздуха по причинам, упомянутым выше, составляют одну из главных причин, по которой телескоп с увеличением более чем в сто раз редко может быть использован с каким—либо хорошим эффектом для наблюдения наземных объектов, хотя иногда я использовал мощность около 200 вт со значительной отчетливостью в тишине летнего или осеннего вечера, когда лучи заходящего солнца ярко освещали отдаленные объекты.

Атмосфера также часто является серьезным препятствием для отчетливого восприятия небесных объектов. Едва ли возможно для того, кто не привык к астрономическим наблюдениям, составить представление об очень большой разнице во внешнем виде некоторых небесных тел при различных состояниях атмосферы. Существуют определенные условия атмосферы, существенно необходимые для проведения точных наблюдений с помощью мощных телескопов, и лишь изредка, особенно в нашем климате, все благоприятные обстоятельства совпадают. Ночи должны быть очень ясными и безмятежными — без луны — без сумерек — без дымки - без сильного ветра — без резких перепадов температуры, например, от оттепели к заморозкам - и без насыщения атмосферы водяными парами. Я часто обнаруживал, что в первую и вторую ночь после оттепели, когда наступал сильный мороз и когда небеса казались очень яркими, а звезды — яркими и искрящимися, планеты при наблюдении с высокой яркостью казались удивительно неопределенными и расплывчатыми; их края казались волнистыми и зазубренными, а пояса Юпитера, которые в другое время были удивительно отчетливы, были настолько затемнены и нечетко очерчены, что их с трудом удавалось проследить. Вероятно, это связано с количеством водяного пара и, возможно, ледяных частиц, которые затем плавают в воздухе, а также с возникающими при этом волнами. Когда сильный мороз продолжается значительное время, это препятствие для четкого наблюдения в значительной степени устраняется. Но я никогда не наслаждался более точным и отчетливым видом небесных светил, чем свежими погожими вечерами, когда не было ни мороза, ни ветра, и лишь несколько пушистых облаков время от времени проплывали вокруг. В такие вечера, и только в такие, могут быть применены высшие силы. В таких случаях я с хорошим эффектом использовал увеличительные стекла, которые нельзя было применять для обеспечения четкого зрения, чаще, чем два-три дня в течение года.

Сэр Уильям Гершель заметил по этому поводу: "Прекрасными ночами, когда внешняя поверхность наших телескопов покрыта влагой, выделяемой из атмосферы, время от времени бывают благоприятные часы, в которые едва ли возможно ограничить силу увеличения. Но таких ценных возможностей крайне мало, и с большими приборами наблюдение в другое время всегда будет лишним трудом. Поэтому, чтобы рассчитать, сколько времени должно потребоваться, чтобы охватить небеса, насколько они находятся в пределах досягаемости моего сорокафутового телескопа, заряженного 1000-кратным увеличением, я обратился к своим журналам, чтобы узнать, на сколько благоприятных часов мы можем надеяться ежегодно в этом климате. И, при всех благоприятных обстоятельствах, оказывается, что год, который будет включать девяносто или самое большее сто часов, можно назвать очень продуктивным." "На



экваторе с помощью моего двадцатифутового телескопа я охватил зоны в два градуса с мощностью 157, но необходимо учитывать расстояние в десять минут на полярном расстоянии для наложения полос друг на друга там, где они соединяются. Поскольку ширина зон может увеличиваться по направлению к полюсам, северное полушарие может быть охвачено примерно 40 зонами; к ним мы должны добавить 19 южных зон; затем 59 зон, которые, с учетом перехлестов, накладывающихся друг на друга, занимают около 5 минут времени при прямом восхождении, мы должны считать по 25 часов в каждой, дадут 1475 часов. И, учитывая 100 часов в год, мы обнаруживаем, что с помощью 20-футового телескопа небеса могут быть обследованы примерно за 14 лет и три четверти. Теперь время развертки с разной степенью увеличения будет равно квадратам степеней; и, положив  $p$  и  $t$  для мощности и времени в 20-футовом телескопе и  $P = 1000$  для мощности в 40-футовом приборе, мы получим  $p^2 : t :: P^2 : t_{p2} = 59840$ . Затем, принимая ту же поправку на 100 часов в год, оказывается, что потребуется не менее 598 лет, чтобы заглянуть с помощью 40-футового отражателя, заряженного вышеупомянутой энергией, всего на одно мгновение в каждую точку пространства; и даже тогда такая большая часть южного полушария останется неисследованной, что на исследование уйдет еще 213 лет".<sup>28</sup>

Из приведенных выше замечаний столь выдающегося наблюдателя читатель поймет, как трудно детально и точно исследовать небеса и со сколькими разочарованиями, возникающими из-за состояния атмосферы, приходится сталкиваться астроному, занимающемуся исследованиями планет или звездных систем. Помимо изложенных выше обстоятельств, следует отметить, что звезда или планета могут быть увеличены только примерно в половине случаев, когда они находятся над горизонтом. Плотность атмосферы и количество паров, которыми она насыщена вблизи горизонта, препятствуют отчетливому видению небесных объектов с большой яркостью, пока они не поднимутся по крайней мере на 15-20 градусов по высоте, и самые большие увеличительные стекла едва ли могут быть применены с хорошим эффектом, если объект не находится вблизи меридиана и на значительной высоте над горизонтом. Если немного понаблюдать за луной после ее восхода, а затем, когда она достигнет своей наивысшей высоты осенью, разница в ее внешнем виде и отчетливости будет поразительно заметна. Невозможно угадать, хорошо ли подходит ночь для наблюдений за небесными телами, пока мы на самом деле не проведем эксперимент, и инструменты часто отказывают, когда их используют в неподходящее время года, когда виновата только атмосфера. Некий наблюдатель замечает: "Я никогда не видел лик Сатурна более отчетливо, чем ночью, когда воздух был настолько затянут дымкой, что невооруженным глазом я едва мог различить звезду менее третьей величины". Степень прозрачности воздуха также меняется почти каждую минуту, так что даже в течение одного и того же получаса планеты и звезды будут казаться совершенно определенными, и наоборот. Пары, движущиеся и колеблющиеся атмосферу, даже когда невооруженным глазом небо кажется чистым, через несколько мгновений нарушат четкость зрения, а еще через несколько секунд объект вновь обретет свой четкий и очерченный вид."<sup>29</sup>

### *3. Об увеличительных способностях, необходимых для наблюдения явлений, связанных с различными планетами, кометами, двойными звездами и т.д.*

Существуют некоторые объекты, связанные с астрономией, которые невозможно воспринять, не прибегая к инструментам и силам огромной величины. Но было бы вульгарной ошибкой воображать, что очень большие и очень дорогие телескопы абсолютно необходимы для наблюдения за большей частью наиболее интересных небесных пейзажей. Большинство

явлений, связанных с планетами, кометами, двойными звездами и другими объектами, видны с помощью инструментов умеренных размеров, так что каждый, кто имеет склонность к небесным исследованиям, может за сравнительно небольшие деньги приобрести телескоп для случайных наблюдений, который покажет основные объекты и явления, описанные в книгах по астрономии. Многих людей ввели в заблуждение некоторые случайные замечания сэра У. Гершеля относительно определенных очень высоких мощностей, которые он иногда устанавливал в порядке эксперимента на некоторые из своих телескопов, как будто это были мощности, необходимые для наблюдения объектов, о которых он говорит. Например, утверждается, что однажды он увеличил мощность в 6450 раз на своем 7-футовом ньютоновском телескопе с апертурой  $6\frac{3}{10}$  inches aperture; but this was only for the purpose of an experiment, and could be of no , , применения к Луне, планетам и большинству объектов на небесах. Гершель на протяжении всех своих работ упоминает, что использовал его только дважды, а именно для звезд  $\alpha$  Лиры и  $\gamma$  Льва, звезды которых можно увидеть более отчетливо и четко очерченными со степенью 420. Для получения мощности 6450 на таком телескопе потребовалась бы линза с фокусным расстоянием всего в  $1\frac{1}{77}$  дюймов, и некоторые сомневаются, были ли у Гершеля линзы такого маленького размера в его распоряжении, или возможно ли сформировать их с высокой точностью. В

*Способности, необходимые для наблюдения за планетарными явлениями.*—Планете Меркурий требуется значительное увеличение, чтобы отчетливо воспринимать ее фазы. Я редко рассматривал эту планету с меньшей мощностью, чем 100 и 150, при которых можно отчетливо различить ее фазу полумесяца, выпуклости и полумесяца. При мощности в 40, 50 или даже 60 раз эти фазы можно с трудом разглядеть, тем более что при проведении таких наблюдений они обычно находятся на небольшой высоте. Фазы *Венеры* гораздо легче различить, особенно фазу *полумесяца*, которая видна с наибольшей выгодой примерно за месяц до и после нижнего соединения. При мощности, не превышающей 25 или 30 раз, эта фаза в такие периоды может быть легко воспринята. Однако требуются гораздо более высокие способности, чтобы отчетливо воспринимать вариации висячей фазы; и если эту планету не рассматривать со значительно большей высоты, когда она находится в фазе полумесяца или висячей фазы, неясность и волнистость атмосферы вблизи горизонта не позволяют точно различать такие фазы, даже при использовании больших мощностей. Хотя некоторые явления планет могут быть видны с такой низкой мощностью, о которой я сейчас говорил, все же в каждом случае следует отдавать предпочтение наибольшей мощности увеличения, соответствующей отчетливости, поскольку тогда глаз не напрягается, и объект предстает с большей степенью величины и великолепия. Планете *Марс* требуется значительное увеличение, даже когда она находится на самом близком расстоянии от земли, чтобы различить ее пятна и фазу выпуклости. Мне никогда не удавалось получить удовлетворительного изображения пятен, отмечающих поверхность, и их взаимного расположения с меньшей мощностью, чем в 130, 160 или 200 раз; и даже при такой мощности людям, не привыкшим смотреть в телескоп, бывает трудно различить их.

Самые сильные и заметные *пояса Юпитера* видны при мощности около 45; эту мощность можно использовать для 20-дюймового ахроматического или 1-футового отражателя. Но удовлетворительный обзор всех ремней и относительного положения, которое они занимают, не может быть получен при гораздо меньшей мощности, чем 80, 100 или 140. Наиболее распространенные положения этих поясов следующие— один темный и четко очерченный пояс к югу от экватора Юпитера; другой почти такого же описания к северу от него и еще один вокруг его северного и южного полярных кругов. Эти полярные пояса гораздо более слабые, и,

следовательно, их не так легко отличить от экваториальных поясов. *Луны* этой планеты в очень ясную ночь иногда можно увидеть с помощью карманного ахроматического стекла толщиной 1 фут, увеличивающего изображение примерно в 15 или 16 раз. Некоторые люди утверждали, что они могли видеть некоторые из этих спутников невооруженным глазом; но это очень сомнительно, и вполне вероятно, что такие люди ошибочно приняли определенные неподвижные звезды, оказавшиеся вблизи Юпитера, за его спутники. Но для того, чтобы иметь четкое и интересное представление о них, следует использовать мощности не менее 80 или 100 раз. Чтобы увидеть их погружение в тень Юпитера и точный момент выхода из нее, следует использовать ахроматический телескоп не менее 44 дюймов мощностью 150 вт. Когда на эти спутники смотрят в большие телескопы с большим увеличением, они кажутся четко очерченными дисками, похожими на маленькие планеты. Планета Юпитер обычно рассматривалась как хороший тест для использования телескопов в астрономических целях. Когда он находится вблизи меридиана и на большой высоте, если его общая поверхность, пояса и края кажутся отчетливыми и четко очерченными, это является убедительным предполагаемым доказательством того, что инструмент хороший.

Планета *Сатурн* является одним из самых интересных объектов для телескопического наблюдения. *Кольцо* Сатурна можно *видеть* в степени 45; но рассматривать его с пользой можно только тогда, когда степени 100, 150 и 200 применяются к ахроматическому изображению размером 3 или 5 футов. *Пояса Сатурна* нельзя отчетливо разглядеть в ахроматический объектив с апертурой менее 2½ дюймов или в григорианский отражатель с апертурой менее 4 дюймов, а также при увеличении менее чем в 100 раз. Сэр У. Гершель нарисовал эту планету с пятью поясами поперек ее диска; но редко бывает, чтобы телескопы среднего размера и обычные наблюдатели могли увидеть один или два из них выше. *Разделение* двойного кольца, когда планета находится в благоприятном положении для наблюдения и на большой высоте, иногда можно увидеть с помощью 44-дюймового ахроматического объектива с апертурой 2½ дюйма и мощностью 150 или 180, но для отчетливого восприятия этого явления обычно требуются более мощные инструменты; и даже когда часть его видна на концах *ансамбля*, разделение не во всех случаях может быть прослежено по всей половине окружности кольца, которая представлена нашему глазу. М-р Хэдди гравюра Сатурна в "Философских трудах" за 1723 год, хотя и сделана с помощью ньютоновского отражателя мощностью 228, представляет разделение кольца, видимое только на концах эллиптической фигуры, в которой появляется кольцо. Лучший период для наблюдения за этим разделением - это когда кольцо появляется в своей максимальной ширине. В этом положении его видели в 1840 году, и оно появится почти в том же положении в 1855 году. Когда кольцо выглядит как очень узкий эллипс, незадолго до его исчезновения разделение или темное пространство между кольцами невозможно увидеть обычными приборами.

Сэр У. Гершель очень верно замечает: "Возможно, нет другого небесного объекта, который представлял бы нам такое разнообразие экстраординарных явлений, как планета Сатурн; великолепный шар, окруженный колоссальным двойным кольцом; окруженный семью спутниками; украшенный экваториальными поясами; сжатый на полюсах; вращающийся вокруг своей оси; взаимно затмевающий свое кольцо и спутники и затмеваемый ими; самое дальнее из колец также поворачивается вокруг своей оси, и то же самое происходит с самым дальним из спутников; все части системы Сатурна время от времени отражают свет друг на друга; самое большое кольцо и спутники затмеваются". кольца и луны, освещающие ночи Сатурна, земной шар и спутники, освещающие темные части кольца; и планета и кольца, отбрасывающие

солнечные лучи на луны, когда они лишены их во время своего соединения.' Этот знаменитый астроном утверждает, что с помощью нового 7-футового зеркала необычайной четкости он исследовал эту планету и обнаружил, что кольцо отражает больше света, чем тело, и при мощности 570 цвет тела становится желтоватым, в то время как цвет кольца остается более белым. 11 марта 1780 года он последовательно попробовал мощности 222, 332 и 440 и обнаружил, что свет Сатурна менее интенсивен, чем свет кольца; цвет тела при высоких энергиях становился желтовато-белым, в то время как свет кольца все еще оставался белым.

Большинство *спутников* Сатурна трудно увидеть в обычные телескопы, за исключением 4-го, который можно увидеть с увеличением мощности от 60 до 100 раз. Он был открыт Гюйгенсом в 1655 году с помощью обычного телескопа-рефрактора длиной 12 футов, который мог увеличивать изображение примерно в 70 раз. Следующим по яркости после этого является 5-й спутник, который Кассини открыл в 1671 году с помощью 17-футового рефрактора, мощность которого может превышать 80 раз. Третий был открыт тем же астрономом в 1672 году с помощью более длинного телескопа; а 1-й и 2-й - в 1684 году с помощью двух превосходных оптических стекол 100 и 136 футов, которые могли увеличивать изображение от 200 до 230 раз. Впоследствии они были замечены в два других бинокля высотой 70 и 90 футов, изготовленных Кампани и отправленных из Рима в Королевскую обсерваторию в Париже по приказу короля после открытия 3-го и 5-го спутников. Утверждается, однако, что все эти 5 спутников впоследствии были замечены в телескоп высотой 34 фута с апертурой  $3\frac{3}{10}$  дюймов, что позволило бы увеличить изображение примерно в 120 раз. Эти спутники в целом, за исключением 4-го и 5-го, обнаружить нелегко. Доктор Дерхэм, который часто рассматривал Сатурн через гюйгенсовский бинокль с фокусным расстоянием 126 футов, заявляет в предисловии к своей 'Астротеологии', что он никогда не мог видеть больше 3 спутников. Сэр У. Гершель отмечает, что видимость этих мельчайших и чрезвычайно тусклых объектов больше зависит от *проникающей* способности наших телескопов, чем от *увеличительной* способности наших телескопов; и что с помощью 10-футового ньютоновского телескопа, заряженного с силой увеличения всего 60, он увидел все 5 старых спутников; но 6-й и 7-й, которые были обнаружены и были легко видны в его 40-футовый телескоп, а также были видны в его 20-футовый инструмент, не были различимы в 7-или 10-футовые телескопы, хотя вся эта *увеличительная сила* может сделать это можно сделать как с помощью 7-футового инструмента, так и с помощью любого инструмента большего размера. Говоря о 7-м спутнике, он говорит: 'Даже в моем 40-футовом отражателе он кажется не больше очень маленькой светлой точки. Однако я очень хорошо вижу это в 20-футовом отражателе, чему немало способствует изысканная форма зеркала.' Более поздний наблюдатель утверждает, что в 1825 году при 12-футовом ахроматическом объективе с апертурой 7 дюймов, сделанном Талли, с мощностью 150, 7 спутников были легко видны, но не так легко при мощности 200; и что планета казалась яркой, как блестяще отполированное серебро, а разделение в кольце и пояс были очень четко различимы при мощности 200.

Планета *Уран*, будучи обычно невидимой невооруженным глазом, редко становится объектом внимания обычных наблюдателей. Требуется значительное увеличение, чтобы сделать его похожим на планету с четко очерченным диском. Наилучшие периоды для его обнаружения - это когда оно находится вблизи своей противоположности солнцу, или когда оно приближается к любой из других планет, или к хорошо известной неподвижной звезде. Когда ни одно из этих обстоятельств не возникает, его положение необходимо определить с помощью экваториального телескопа. Утром 25 января 1841 года эта планета случайно оказалась в

соединении с Венерой, в момент времени она находилась всего в 4 минутах езды к северу от этой планеты. За несколько дней до этого соединения я проводил наблюдения за Ураном. Вечером 24-го, примерно за 8 часов до соединения, две планеты появились в одном и том же поле зрения телескопа, одна чрезвычайно великолепная, а другая более неясная, но отчетливая и четко очерченная. Уран нельзя было увидеть ни невооруженным глазом, ни в театральные бинокль, но с помощью карманного ахроматического телескопа, увеличивающего его примерно в 14 раз, можно было различить как очень маленькую звезду. Сомнительно, что при самых благоприятных обстоятельствах эту планету можно было бы когда-либо различить невооруженным глазом. При увеличении в 30 и 70 раз она выглядела как умеренно крупная звезда с устойчивым свечением, но без какого-либо заметного диска. При степенях 120, 180 и 250 он представлял собой круглый и довольно четко очерченный диск, но не такой яркий и отчетливый, как это было бы на большей высоте.

The *Двойным звездам* требуется большое *разнообразие* энергий, чтобы различать маленькие звезды, которые сопровождают более крупные. Некоторые из них отличаются умеренной мощностью, в то время как для других требуются довольно большие инструменты, оснащенные окулярами с большим увеличением. Поэтому я выберу лишь несколько в качестве образца. Легко увидеть, что звезда *Кастор*, или  $\alpha$  Геминорум, двойная со степенью от 70 до 100. Иногда я видел эти звезды, которые почти равны по размеру и цвету, с земной мощностью 44 на 44-дюймовом ахроматическом объективе. Внешний вид этой звезды с такими мощностями чем-то похож на вид звезды  $\eta$  Скорпиона с ахроматическим размером 7 футов, апертурой 5 дюймов и мощностью 500.  $\gamma$  Андромеды можно увидеть с умеренной мощностью. На 30-дюймовом ахроматическом снимке с апертурой 2 дюйма и мощностью 80, это выглядит как  $\epsilon$  Bootis, если смотреть на 5-футовый ахроматический снимок с мощностью 460. Говорят, что эта звезда видна даже на расстоянии 1 фута в ахроматическом диапазоне со степенью 35.  $\epsilon$  *Лира*, которая является пятизвездной, но невооруженным глазом кажется одиночной звездой, может рассматриваться как двойная со степенью от 6 до 12 раз.  $\gamma$  *Леонис* виден в 44-дюймовом ахроматическом объективе с мощностью 180 или 200. *Ригель* в ахроматическом диапазоне  $3\frac{1}{2}$  фута может быть виден с мощностью от 130 до 200. Однако маленькую звезду, сопровождающую Ригель, иногда трудно воспринимать даже с такими способностями.  $\epsilon$  *Задник* редко бывает четко определен с помощью ахроматика с апертурой менее  $3\frac{1}{4}$  дюйма или отражателя менее 5 дюймов мощностью не менее 250.

Нельзя ожидать, что эти и подобные им звезды будут видны одинаково хорошо во все времена, даже при правильном соотношении увеличительной и светящей силы; многое зависит от состояния погоды и чистоты атмосферы. Чтобы увидеть ближайшую из двойных звезд, сэр У. Гершель рекомендует направить мощность телескопа на звезду, которая, как известно, одиночная, почти той же высоты, величины и цвета, что и двойная звезда, которую предстоит наблюдать, или на одну звезду выше и другую ниже нее. Так, покойный мистер Обер, астроном, не мог видеть две звезды  $\gamma$  Льва, когда фокус был наведен на саму эту звезду; но вскоре он заметил маленькую звезду, после того как настроил фокус на Регул. Для восприятия таких мельчайших объектов необходима точная настройка фокуса прибора.

При наблюдении за *туманностями* и очень маленькими и чрезвычайно удаленными неподвижными звездами, которым требуется много света, чтобы сделать их видимыми, большое отверстие подзорной трубы или зеркала, пропускающее большое количество света, имеет большее значение, чем высокая мощность увеличения. Главным образом, именно свет,

сопровожаемый умеренной силой увеличения, позволяет нам *проникать* в отдаленные области космоса. Сэр У. Гершель, исследуя глубины Млечного пути, а также "Руку и дубину Ориона", использовал телескоп ньютоновской формы с фокусным расстоянием 20 футов и диаметром  $18\frac{7}{10}$ , и мощностью всего 157. Применяв этот телескоп и мощность к части *Виа Лактеа*, он обнаружил, что это полностью преобразовало весь белесый вид в звезды, для изображения которых в его прежних телескопах не хватало света; и которые не смогли бы воспроизвести меньшие инструменты с гораздо большей увеличительной силой. Он говорит нам, что при такой мощности 'великолепное множество звезд' в окрестностях Ориона 'всех возможных размеров, которые представлялись взору, было поистине поразительным, и что у него были поля, содержащие 70, 90 и 110 звезд, так что пояс длиной 15 градусов и шириной 2 градуса, который проходил через поле телескопа за час, мог содержать не менее пятидесяти тысяч звезд, достаточно крупных, чтобы их можно было четко пронумеровать'. При наблюдении Млечного пути, туманностей и небольших скоплений звезд, таких как *Прецепе* в Раке, я обычно использую мощность в 55 раз больше на ахроматическом телескопе фокусным расстоянием 6 футов 6 дюймов и диаметром 4 дюйма. Окуляр, обеспечивающий эту мощность, который я сформировал специально для этой цели, состоит из двух выпуклых линз, одна рядом с глазом с фокусным расстоянием 3 дюйма и диаметром  $1\frac{2}{10}$  inch diameter, and that next the object  $3\frac{1}{2}$  inches focus, and  $1\frac{4}{10}$ , причем самые глубокие выпуклые поверхности расположены рядом друг с другом, а расстояние между ними составляет  $\frac{1}{4}$  дюйма. С помощью этого окуляра получается очень большое и блестящее поле зрения; и я нахожу его предпочтительнее любых высших способностей при наблюдении туманностей и скоплений звезд. В определенных пространствах небес на нем иногда представлено в одном поле около сотни звезд. Он также служит для демонстрации очень четкого и интересного вида полной луны.

При наблюдении *комет* обычно следует использовать очень малую мощность, даже на больших приборах. Эти тела обладают таким малым количеством света, и они так часто окутаны завесой плотной атмосферы, что *увеличительная* мощность иногда делает их более затемненными; и поэтому во всех случаях следует отдавать предпочтение *освещающей* способности большого телескопа при небольшой мощности. Окуляр для наблюдения за кометами должен быть сконструирован с очень большим и равномерно различимым полем зрения и должен увеличивать изображение только от 15 до 30 или 40 раз, а линзы такой окуляра должны быть почти двух дюймов в диаметре. Покойный преподобный Ф. Волластон рекомендовал для наблюдения за кометами 'телескоп с ахроматическим объективом с фокусным расстоянием 16 дюймов и апертурой 2 дюйма, с увеличительным стеклом Рамсдена примерно в 25 раз, установленный на очень прочной экваториальной подставке, поле зрения которой составляет 2 градуса большой окружности".

При наблюдении за *луной* в зависимости от обстоятельств могут применяться различные способности. Наилучшими периодами Луны для изучения неровностей на ее поверхности являются либо когда она принимает фазу полумесяца, либо через два-три дня после периода полумесяца. Через несколько дней после полнолуния, и особенно примерно в третьей четверти, когда это светило убывает и когда тени от его гор и долин отбрасываются в направлении, отличном от того, в котором они находятся при увеличении, могут быть получены наиболее заметные и интересные виды. Наиболее удобное время года для получения таких видов - осенние месяцы, когда луна, примерно в третьей четверти, иногда восходит уже в 8 часов вечера, и ее можно увидеть на значительно большей высоте к десяти или одиннадцати часам. В тех местах, о которых сейчас идет речь, и на большой высоте иногда можно применять очень

сильное увеличение с хорошим эффектом, особенно если атмосфера ясная и безмятежная. В таких случаях я иногда применял мощность в 350 раз к 46-дюймовому ахроматическому объективу со значительной отчетливостью; но такую мощность можно использовать только два или три раза в год, и то при исключительно благоприятной атмосфере. Осенние вечера, как правило, лучше всего подходят для таких наблюдений. *Полная луна* - это объект, который никогда не бывает виден с выгодой для себя при большом освещении, поскольку в этом случае невозможно разглядеть тени или неровности на его поверхности. Однако при увеличении не более чем в 40, 50 или 60 раз он образует очень красивый объект. Коэффициент в 45 раз, при правильном построении, покажет *всю Луну* с границами вокруг нее, когда более темные и яркие части ее поверхности будут иметь пестрый вид и казаться глазу наблюдателя чем-то вроде карты.

#### 4. Способ отображения солнечных пятен.

Солнечные пятна можно с пользой рассматривать при увеличении от 60 до 180 раз; около 90 раз - хорошая средняя мощность, хотя иногда их можно различить при очень низкой мощности, такой, которая обычно устанавливается в однофутовый телескоп или даже с помощью обычного театрального бинокля. Обычные астрономические окуляры, поставляемые вместе с ахроматическими телескопами, и связанные с ними солнцезащитные очки, как правило, плохо приспособлены для получения приятного и всестороннего обзора солнечных пятен. При увеличении большей силы первое окулярное стекло обычно находится на слишком большом расстоянии от глаза, а навинченное на него солнцезащитное стекло удаляет его на еще большее расстояние от точки, к которой прикован глаз, так что можно охватить не более одной трети поля зрения. Это обстоятельство затрудняет наведение прибора на какую-либо конкретную маленькую точку на солнечном диске, которую мы хотим тщательно осмотреть; и, кроме того, это мешает нам получить исчерпывающее представление об *относительных положениях* всех точек, которые могут в любой момент пересекать диск. Чтобы устранить это неудобство, солнцезащитное стекло необходимо было бы расположить так близко к стеклу рядом с глазом, чтобы оно почти касалось его. Но иногда этого трудно достичь, и при больших мощностях даже толщины самого солнцезащитного стекла достаточно, чтобы глаз не мог охватить все поле зрения. Для предотвращения неудобств, на которые я сейчас намекаю, я обычно использую *земной* окуляр значительной мощности с большим полем зрения, солнцезащитное стекло закреплено на конце короткой трубки, которая надевается на окуляр и позволяет цветному стеклу приближаться на одну или две линии к линзе рядом с глазом, так что все поле зрения телескопа полностью защищено. Окуляр, о котором идет речь, имеет увеличение в 95 раз для 46-дюймового телескопа и охватывает примерно три четверти поверхности Солнца, так что взаимное расположение всех пятен обычно можно увидеть с одного ракурса. Такой мощности в большинстве случаев вполне достаточно для обычных наблюдений; и я редко обнаруживал, что при тщательном изучении солнечных пятен можно добиться какого-либо хорошего эффекта от использования очень высоких мощностей.

Но самый приятный способ наблюдения солнечных пятен — особенно когда мы хотим показать их другим — это вывести изображение солнца на белый экран, установленный в комнате со значительным затемнением. Однако, когда солнце находится на большой высоте, трудно применить этот метод на практике из-за большого наклона, с которым тогда падают его лучи, что препятствует размещению экрана на сколько-нибудь значительном расстоянии от окуляра телескопа. Следовательно, следующий план я единодушно принимаю как самый простой и

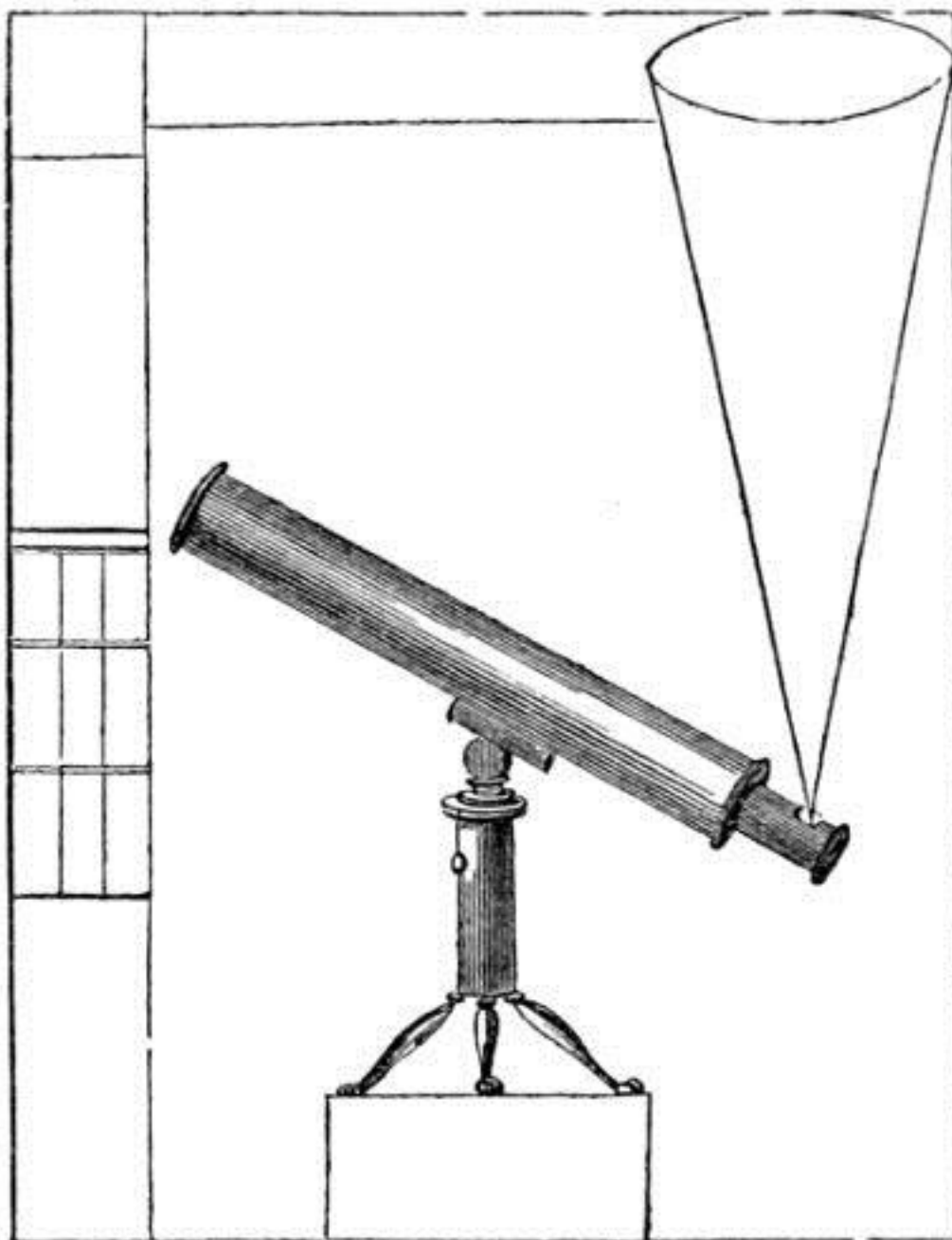
наиболее удовлетворительный. Телескоп устанавливается в удобном положении так, чтобы быть направленным на солнце. Этот телескоп оснащен *диагональным окуляром*, подобным представленному на рис. 77, (стр. 344). Все ставни на окнах в квартире закрыты, за исключением пространства, достаточного для проникновения солнечных лучей; и, когда телескоп должным образом настроен, на *потолке* комнаты появляется прекрасное изображение солнца со всеми пятнами, которые затем разнообразят его поверхность. Это изображение может быть от 12 до 20 или 30 дюймов или более в диаметре, в зависимости от расстояния потолка от диагонального проушины. Чем больше это расстояние, тем крупнее изображение. Если солнце находится на очень большой высоте, изображение будет эллиптическим; если оно находится на небольшом расстоянии от горизонта, изображение будет казаться круглым или почти таким; но в любом случае пятна будут изображены отчетливо, при условии точной настройки фокуса телескопа. На этой выставке видимое движение солнца, вызванное вращением Земли, и прохождение тонких полос облаков по солнечному диску имеют очень приятный вид.

Используя этот способ наблюдения солнечных пятен, мы можем легко определить их диаметр и величину, по крайней мере, в близком приближении. Нам нужно только взять дюймовую шкалу и измерить диаметр любого четко очерченного и примечательного пятна, а затем диаметр изображения солнца; и, сравнивая одно с другим, мы можем установить количество миль, как линейных, так и квадратных, заключенное в размерах пятна. Например, предположим, что пятно имеет диаметр в полдюйма, а все изображение солнца - в 25 дюймов, соотношение между диаметром пятна и диаметром солнца будет равно 1 к 50, другими словами, *одной пятидесятой* части диаметра солнца. Теперь, когда этот диаметр равен 880 000 милям, это число, разделенное на 50, дает частное 17 600 = количество миль, которое измеряет его диаметр. Следовательно, такое пятно будет занимать площадь 243 285 504, или более двухсот сорока трех миллионов квадратных миль, что на 46 миллионов миль больше, чем вся поверхность земного шара. Опять же, предположим, что диаметр пятна составляет  $\frac{3}{10}$  дюймов, а изображение солнца - 23 дюйма, соотношение диаметра пятна к диаметру солнца равно 3 к 230 = числу десятых в 23 дюймах. Следовательно, количество миль в диаметре пятна будет найдено по следующей пропорции:  $230 : 880,000 :: 3 : 11,478$ ; то есть диаметр такого пятна составляет одиннадцать тысяч четыреста семьдесят восемь миль. Пятна таких размеров нередко можно увидеть на солнечном диске.

При таком способе просмотра изображения солнца его пятна могут быть показаны двадцати или тридцати людям одновременно без малейшего напряжения или повреждения глаз; и поскольку отдельный экран не требуется, а потолки в комнатах обычно белые, эксперимент можно провести за полминуты без какой-либо предварительной подготовки, за исключением навинчивания и регулировки окуляра. Способ отображения солнечных пятен таким образом представлен на рис. 82.

*рисунок 82.*





5. *О проникающей способности телескопов в космос.*—Способность телескопов проникать в глубину космоса зависит от количества света, которое они собирают и посылают глазу в состоянии, пригодном для зрения. Это свойство телескопов иногда обозначают выражением *Освещающая способность*.

Сэр У. Гершель, по-видимому, был первым, кто провел различие между *увеличительной* мощностью и *проникающей* в космос,, доказывают, что такое различие следует проводить, особенно в случае больших инструментов. Например, маленькую звезду или светящееся пятнышко, сопровождающее полярную звезду, можно увидеть в телескоп с большой апертурой и меньшей силой увеличения, чем в телескоп с малой апертурой, оснащенный гораздо большей мощностью. Если сила увеличения достаточна для того, чтобы показать маленькую звезду,

полностью отделенную от лучей, окружающих большую, этого достаточно с одной точки зрения; но для того, чтобы можно было произвести этот эффект и сделать маленькую звезду совершенно различимой, в зрачок глаза должно попасть определенное количество света, количество которого зависит от площади предметного стекла или зеркальца прибора, или, другими словами, от силы освещения. Если мы сравним телескоп с апертурой 2½ дюйма с телескопом с апертурой 5 дюймов, когда сила увеличения каждого из них не превышает 50 раз для земных объектов, эффект освещающей способности не так очевиден; но если мы используем мощность 100 для дневных объектов и 180 для небесных тел, эффект освещающей способности настолько отчетливо ощутим, что объекты не только кажутся ярче и отчетливее видны в телескоп большего размера, но и при той же увеличительной силе они также *кажутся* крупнее, особенно когда объектами, которые мы наблюдаем, являются спутники Юпитера и маленькие звезды.

Сэр У. Гершель отмечает, что "объекты рассматриваются в их наивысшем совершенстве, когда при пронизывании пространства увеличительная сила настолько мала, что ее хватает только для того, чтобы хорошо рассмотреть объект, а при увеличении объектов путем их тщательного изучения проникающая способность в пространство не превышает той, которая достаточна для данной цели; ибо при использовании любой из этих возможностей неразумная перегрузка другой окажется вредной для зрения'. Когда мощность освещения слишком высока, чрезмерная яркость объекта раздражает глаз. Когда она находится в слишком низкой степени, глаз испытывает трудности в попытках увидеть то, что находится за пределами его досягаемости; и поэтому желательно, когда мы хотим оказать глазу всю возможную помощь, иметь освещающую и увеличивающую способности в должной пропорции. Какова эта пропорция, в определенной степени зависит от яркости объекта. Пропорционально его яркости или светимости увеличивающая способность может быть в определенной степени увеличена. Сэр У. Гершель замечает по поводу α Лиры: 'Я полагаю, что эта звезда обладает достаточным светом, чтобы выдержать увеличение по меньшей мере в сто тысяч раз при апертуре не более шести дюймов'. Какими бы прекрасными и совершенными ни казались любые телескопы и какой бы резкой ни была их *определяющая* мощность, их эффективность ограничена их освещающей способностью, которая равна квадратам диаметров отверстий соответствующих инструментов. Таким образом, телескоп, объективное стекло которого имеет диаметр 4 дюйма, будет излучать в четыре раза больше света, или освещающей силы, чем телескоп, апертура которого составляет всего 2 дюйма, или в пропорции 16 к 4, при этом квадрат 4 равен 16, а квадрат 2 равен 4.

Природу *способности проникать в пространство*, на которую мы ссылаемся, и различие между ней и увеличивающей способностью можно проиллюстрировать несколькими примерами, взятыми из наблюдений сэра У. Гершеля.

Первое наблюдение, на которое я обращаю внимание, относится к *туманности* между η и ζ Змееносцами, открытой Мессье в 1764 году. Наблюдение производилось с помощью 10-футового рефлектора, увеличивающего мощность 250 и проникающего в пространство 28,67. Его записка датирована 3 мая 1783 года. 'Я вижу в нем несколько звезд и не сомневаюсь, что высшая сила и больше света превратят все это в звезды. Эта туманность кажется мне подходящей для установления связи между туманностями и скоплениями звезд в целом'. — '18 июня 1784 года. Та же туманность, рассматриваемая с помощью ньютоновского 20-футового отражателя; проникающая способность 61 и увеличительная сила 157; очень большое и очень

яркое скопление чрезмерно сжатых звезд. Звезды едва видны и имеют неодинаковую величину. Крупные звезды красного цвета, скопление представляет собой миниатюру скопления близ сорок второй Комы Береники Флемстеда; Прямое восхождение  $17^h 6^m 32^s$  Полярным расстоянием  $108^\circ 18'$ . В этом случае проникающая способность около 28 при увеличительной силе 250 едва показывали несколько звезд; тогда как во втором приборе мощность освещения 60 при увеличительной силе только 157 показывали их полностью.

Впоследствии, до даты последнего наблюдения, 20-футовый ньютоновский телескоп был преобразован в инструмент Гершеля, убрав маленькое зеркало и придав большому надлежащий наклон для получения обзора спереди; благодаря этому изменению мощность освещения была увеличена с 61 до 75, и преимущество, полученное от изменения, было очевидно при обнаружении спутников Урана с помощью измененного телескопа, который ранее был некомпетентен в точке проникновения или мощности освещения. '14 марта 1798 года я наблюдал планету Джорджиан (или Уран) с помощью нового 25-футового отражателя. Его проникающая способность составляет 95,85, и, незадолго до этого также осмотрев его с помощью моего 20-футового прибора, я обнаружил, что при равной увеличительной силе в 300 25-футовый телескоп значительно превосходит первый.' Апертура 20-футового прибора составляла 18,8 дюйма, а 25-футового телескопа - 24 дюйма, так что превосходный эффект последнего прибора, должно быть, был обусловлен его большей освещающей способностью. Следующие наблюдения показывают превосходящую мощность 40-футового телескопа по сравнению с 20-футовым. - '24 февраля 1786 года я рассматривал туманность вблизи пятой Змеи Флемстеда с помощью моего 20-футового отражателя с увеличением 157. Самое красивое чрезвычайно сжатое скопление маленьких звезд; большая их часть собралась в одно блестящее ядро, очевидно, состоящее из звезд, окруженное множеством отдельных собирающихся звезд того же размера и цвета.  $15^{\text{час}} 7^m 12^{\text{с.ш.}}$  с.ш.  $87^\circ 8'$ —'27 мая 1791 года я наблюдал тот же объект в свой 40-футовый телескоп, проникающая способность 191,69, увеличительная сила 370. Красивое скопление звезд. Я насчитал их около 200. Середина его настолько сжата, что невозможно различить звезды'. — '5 ноября 1791 года я наблюдал Сатурн в 20-и 40-футовый телескопы. *Двадцать футов*. Пятый спутник Сатурна очень маленький. Первый, второй, третий, четвертый и пятый, а также новый шестой спутники находятся на своих расчетных местах. *Сорок футов*. С помощью этого прибора я вижу новый шестой спутник гораздо лучше, чем с расстояния 20 футов. Пятый также здесь намного больше, чем на 20 футах, где он был почти такого же размера, как маленькая неподвижная звезда, но здесь он значительно больше этой звезды".

Эти примеры и многие другие подобного рода в достаточной степени объясняют природу и степень того вида мощности, которым один телескоп обладает по сравнению с другим вследствие его увеличенной апертуры; но точная величина этой мощности в некоторой степени неопределенна. Чтобы практически установить освещающую способность телескопов, мы должны испробовать их с равной мощностью на таких объектах, как следующие: маленькие звезды вблизи полярной звезды, а также вблизи Ригеля и  $\epsilon$  Bootis — деления в кольце Сатурна — и отдаленные объекты в сумерках или ближе к вечеру. Эти объекты отчетливо видны на расстоянии 5 футов с ахроматическим отверстием  $3\frac{8}{10}$  дюймов и мощностью освещения 144, в то время как они едва различимы на расстоянии  $3\frac{1}{2}$  футов с апертурой  $2\frac{1}{2}$  дюйма и мощностью освещения 72, предполагая, что будет применено такое же увеличение. Освещающую способность телескопа лучше всего оценить в отношении наземных объектов, когда его пробуют на мелких объектах, и таких, которые плохо освещены; и преимущество телескопа с

большой апертурой будет наиболее очевидным, когда его сравнивают с другим телескопом меньшего размера ближе к вечеру, когда смотрят на напечатанную афишу, состоящую из букв различного размера. С наступлением темноты использование силы освещения становится все более очевидным. В 5-футовом телескопе будут разборчивы некоторые мелкие буквы, которые едва различимы на расстоянии  $3\frac{1}{2}$  футов, а на расстоянии  $2\frac{1}{2}$  футов совершенно неразличимы, хотя увеличительные мощности равны. Сэр У. Гершель сообщает нам, что в 1776 году, когда он установил телескоп ньютоновской конструкции с фокусным расстоянием 20 футов, одним из результатов его испытаний было то, что, когда ближе к вечеру из-за темноты естественный глаз не мог проникать далеко в космос, телескоп обладал достаточной мощностью, чтобы показать по циферблату отдаленной церковной колокольни, который час, несмотря на то, что невооруженный глаз больше не мог видеть саму колокольню.

Чтобы дать представление о *числах*, с помощью которых выражается степень проникающей способности в пространство, и общих основаниях, на которых они основаны, можно сделать следующие утверждения. Глубина, на которую невооруженный глаз может проникнуть в небесные просторы, считается простирающейся на расстояния двенадцатого порядка — другими словами, он может воспринимать звезду на расстоянии в 12 раз большем, чем те светила, такие как Сириус, Арктур или Капелла, которые, судя по их яркому свету, мы считаем ближайшими к нам. Выше говорилось, что Гершель рассчитал, что его 10-футовый телескоп будет иметь проникающую способность в 28,67 раза больше, то есть он может позволить нам увидеть звезду, находящуюся в 28 раз дальше, чем может достичь невооруженный глаз. Считалось, что его 20-футовый ньютоновский инструмент имеет аналогичную мощность 61; его 25-футовый инструмент - почти 96, а его 40-футовый инструмент - мощность 191,69. Если каждое из этих чисел умножить на 12, то результат покажет, насколько дальше эти телескопы проникнут в космос, чем ближайший диапазон неподвижных звезд, таких как звезды первой величины. Например, проникающая способность 40-футового отражателя равна 191,69, это число, умноженное на 12, дает произведение 2300, которое показывает, что если бы существовал ряд из двух тысяч трехсот звезд, вытянутых в линию за Сириусом, Капеллой и подобными звездами — каждая звезда отделена от той, что находится за ней, расстоянием, равным расстоянию Сириуса от земли, — все они могли бы быть видны в 40-футовый телескоп. Короче говоря, проникающая способность телескопов - это обстоятельство, на которое необходимо обращать особое внимание при наших наблюдениях за небесными явлениями, и во многих случаях оно имеет большее значение, чем *увеличительная* мощность. Именно эффект, производимый мощностью освещения, делает телескопы, оснащенные сравнительно небольшим увеличением, гораздо более эффективными при наблюдении комет, определенных туманностей и звездных скоплений, чем при использовании больших мощностей. Каждый телескоп может быть настроен таким образом, чтобы обеспечивать различную проникающую в пространство мощность. Если мы хотим уменьшить такую мощность, нам нужно только сжать предметное стекло или зеркальце, поместив круглые ободки или отверстия разной степени ширины поперек устья большой трубки инструмента. Но мы не можем увеличить эту освещающую способность сверх определенной степени, которая ограничена диаметром предметного стекла. Когда мы хотим, чтобы мощность освещения превышала этот предел, мы должны быть снабжены предметным стеклом или зеркалом большего размера; отсюда быстрый рост цен на инструменты с большими отверстиями и, следовательно, высокой мощностью освещения. Ахроматические приборы мистера Талли  $3\frac{1}{2}$  фута с апертурой  $2\frac{1}{2}$  дюйма продаются по цене 26 фунтов стерлингов 5 центов. При диафрагме  $3\frac{1}{2}$  дюйма цена составляет 42 фунта стерлингов.

При диафрагме 3½ дюйма - 68 фунтов стерлингов за 5 секунд. Следующая таблица содержит информацию о 'сравнительных длинах, отверстиях, освещающей способности и стоимости ахроматических рефракторов и григорианских отражателей', согласно доктору Китченеру.

#### АХРОМАТИЧЕСКИЕ РЕФРАКТОРЫ.

| Длина и Диаметр отверстия.<br>название,<br>по которым<br>они<br>называются<br>. |       |      | Освещающ<br>ая сила. | Цена.          |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|------|----------------------|----------------|----|
| Футов.                                                                          | Дюйм. | Тыс. |                      | £              | s. |
| 2                                                                               | 1.    | 6    | 25                   | 4              | 4  |
| 2½                                                                              | 2     |      | 40                   | 12             | 12 |
| 3½                                                                              | 2.    | 7    | 72                   | от 21 до<br>42 |    |
| 5                                                                               | 3.    | 8    | от 144               | 105 до<br>150  |    |
| 7                                                                               | 5     |      | 250                  | 250            |    |
| 7                                                                               | 6     |      | 360                  | 360            |    |

#### ГРИГОРИАНСКИЕ и др. ОТРАЖАТЕЛИ.

| Длина и название, под которыми они<br>известны. |       |      | Диаметр<br>отверстия. | Мощность<br>освещения. | Цена. |    |
|-------------------------------------------------|-------|------|-----------------------|------------------------|-------|----|
| Футов.                                          | Дюйм. | Тыс. |                       |                        | £     | s. |
| 1                                               | 2.    | 5    |                       | 62                     | 7     | 7  |
| 1½                                              | 3.    |      |                       | 90                     | 12    | 12 |
| 2                                               | 4.    | 5    |                       | 202                    | 20    |    |
| 3                                               | 5.    | 5    |                       | 302                    | 50    |    |
| 4                                               | 7     |      |                       | 490                    | 105   |    |
| 7 ньютоновский                                  | 7     |      |                       | 490                    | 126   |    |
| 5 григорианский                                 | 9     |      |                       | 810                    | 200   |    |
| 10 ньютоновский                                 | 10    |      |                       | 1000                   | 315   |    |

Мощность освещения, указанная в приведенной выше таблице, носит лишь сравнительный характер. Исходя из числа 25, мощность освещения 2-футового телескопа с апертурой 1<sup>6</sup>/<sub>10</sub> дюймов, для апертуры 2½ фута 2 дюйма дюймов будет равна 40, для апертуры 5 футов 3<sup>8</sup>/<sub>10</sub> дюймов - 144 и т. Д. Если мощность освещения григорианского 1½ фута с апертурой 3 дюйма равна 90, 5 футов с апертурой 9 дюймов будет равна 810 и т. Д.

6. О выборе телескопов и выяснении их свойств.

Для каждого астрономического наблюдателя чрезвычайно важно, чтобы он мог составить представление о качествах своего телескопа и любых инструментах подобного рода, которые он, возможно, намеревается приобрести. Следующие указания, возможно, будут полезны читателю при выборе ахроматического телескопа-рефрактора.

Предположим, что на продажу выставлен ахроматический телескоп с фокусным расстоянием  $3\frac{1}{2}$  фута и апертурой  $\frac{3}{4}$  дюйма, и что требуется убедиться в том, что предметное стекло, от которого в основном зависит его качество, является хорошим и должным образом отрегулированным; -определенное мнение может сложиться, если установить трубу телескопа в горизонтальном положении, на прочной подставке, примерно на высоте глаза, — и поместить печатную карточку или часовое стекло вертикально, но в перевернутом положении, у какой—нибудь стены или столба, на расстоянии 40 или 50 ярдов, так, чтобы на нее попадал свет. чистоенебо. Когда телескоп направлен на этот объект и точно приспособлен к глазу — если буквы на карточке или штрихи и точки на часовом стекле выглядят четко очерченными, без какой-либо мутности или окраски, и если очень маленькие точки кажутся четко очерченными, — можно питать большие надежды на то, что стекло получится хорошим. Но телескоп может показаться хорошим при наблюдении обычных земных объектов глазам, непривычным различать отклонения от идеального зрения, в то время как он может оказаться безразличным, когда направлен на определенные небесные объекты. Поэтому вместо печатной карточки закрепите черную доску или половину листа черной бумаги в вертикальном положении на том же расстоянии друг от друга, а в центре черной основы - круглый диск из белой писчей бумаги диаметром около  $\frac{1}{4}$  дюйма. Затем, направив телескоп на этот объект и настроив его на место отчетливого обзора, отметьте черным карандашом скользящую глазную трубку на конце основной трубки, чтобы это положение всегда можно было узнать; и если эту скользящую трубку постепенно вытягивать или вдавливать внутрь, пока глаз созерцает диск, он постепенно увеличится и потеряет свой цвет, пока его края не перестанут быть четко очерченными. Теперь, если видно, что увеличенный туманный круг концентричен самому диску, предметное стекло правильно отцентрировано, поскольку оно относится к трубке; но если туманный круг выходит на одну сторону диска, ячейка предметного стекла расположена не под прямым углом к трубке, и винты должны быть откручены, а отверстия удлинены напильником с гремучим напильником, достаточно маленьким, чтобы войти в отверстия. Когда это будет сделано, ячейку можно заменить, а диск осмотреть во второй раз, и легкий удар деревянным молотком по одному краю ячейки покажет по изменению положения запотевшей части диска, как следует производить регулировку, которая, как известно, является правильной, когда движение в скользящей трубке приводит к увеличению разреженного диска по окружности, концентрической самому диску. Когда диск увеличится настолько, что по его окружности образуется кольцо из разбавленного белого света, когда скользящая трубка, удерживающая окуляр, будет вставлена внутрь или вытянута наружу, ячейку можно окончательно зафиксировать с помощью винтов, проходящих через ее удлиненные отверстия.

Когда предметное стекло отрегулировано таким образом, затем можно определить, правильно ли сформированы изгибы соответствующих линз, составляющих предметное стекло, и подходят ли они друг другу. Если небольшое движение подвижной трубки примерно на  $\frac{1}{10}$ -ю долю дюйма в телескопе длиной 3 с половиной фута, с точки четкого обзора, ослабит свет диска и сделает видимость нечеткой, то рисунок подозрительной трубы будет хорошим; особенно если тот же эффект будет иметь место на равных расстояниях от точки четкого обзора, когда трубку попеременно вытягивают и вставляют внутрь. Телескоп, который допускает большое движение в подвижной

трубе без существенного ухудшения четкости обзора, не будет хорошо определять объект в любой точке настройки и должен рассматриваться как имеющий несовершенное объективное стекло, поскольку сферическая абберация проходящих лучей должным образом не исправлена. О надлежащей подгонке выпуклой линзы или линз к вогнутой можно судить по отсутствию окраски вокруг увеличенного диска, и это свойство отличается от сферической абберации; ахроматизм, зависящий от относительных фокусных расстояний выпуклой и вогнутой линз, регулируется относительной рассеивающей способностью используемых стекол; но четкость зрения зависит от хорошего изображения вычисленных кривых, ограничивающих фокусные расстояния. Когда предметное стекло не имеет недостатков в обоих этих отношениях, его можно назвать хорошим стеклом для земных целей.

Однако еще предстоит определить, насколько далеко такой объектив-бинокль может быть полезен для наблюдения за звездой или планетой, и это может быть известно только из реальных наблюдений за небесными телами. Когда хороший телескоп направлен на Луну или на Юпитер, об ахроматизме можно судить по попеременному вдавливанию и отводу окуляра от места отчетливого обзора. В первом случае по краю образуется кольцо фиолетового цвета; а во втором - кольцо светло-зеленого, которое является центральным цветом призматического спектра; поскольку эти проявления показывают, что крайние цвета красный и фиолетовый исправлены. Опять же, если одна часть используемой линзы имеет преломляющую способность, отличную от другой ее части, то есть, если, в частности, кремневое стекло неоднородно, звезда первой и даже второй величины укажет на естественный дефект проявлением излучения, или того, что называется *крылом*, с одной стороны, которого не устранил никакое совершенство формы или регулировки, и чем больше отверстие, тем больше вероятность того, что случится зло. Следовательно, колпачки с разными отверстиями обычно поставляются с большими телескопами, чтобы крайние части стекла могли быть срезаны при наблюдениях, требующих круглого и четко очерченного изображения наблюдаемого тела.

Другой метод определения формы и качества предметного стекла заключается в том, что сначала его центр закрывают круглым листом бумаги, равным половине его диаметра, и регулируют его для четкого обзора данного объекта, такого как вышеупомянутый диск, когда центральные лучи перекрываются, а затем проверяют, остается ли фокусное расстояние неизменным, когда убирают бумагу и накладывают отверстие того же размера, чтобы крайние лучи, в свою очередь, могли быть перекрыты. Если зрение остается одинаково четким в обоих случаях, без какой-либо новой регулировки фокусного расстояния, рисунок хороший, сферическая абберация устранена, и ее можно увидеть, рассматривая звезду первой величины последовательно в обоих случаях, независимо от того, производится ли больше излучения крайними или центральными частями стекла. Или, в случае, если одна половина неисправна, а другая исправна, полукруглое отверстие, если его постепенно поворачивать на пробу, обнаружит, в каком полукруге находится дефектная часть стекла; и если такая часть должна быть закрыта, единственным неудобством, которое возникнет, будет потеря такого количества света, которое таким образом исключается. Когда объективное стекло производит излучение большой звезды, оно непригодно для более точных астрономических наблюдений, таких как наблюдение двойных звезд первого класса. Чем меньше крупная звезда видится в любой телескоп, тем лучше рисунок объекта-стекла, но если изображение звезды не имеет кулис, размер ее диска не является препятствием при практических наблюдениях. [30](#)

Некоторые оптики имеют привычку вставлять диафрагму в корпус большой трубки, чтобы отсекал крайние лучи, исходящие от предметного стекла, когда изображение плохое, вместо того, чтобы уменьшать отверстие колпачком. В этом случае следствием будет недостаток света, выходящий за рамки того, что гарантирует видимая апертура. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы диафрагма не располагалась слишком близко к стеклу для наблюдения, чтобы не пропускать какие-либо полезные лучи. Иногда часть предметного стекла отсекается ограничителем в глазной трубе. Чтобы убедиться в этом, отрегулируйте телескоп на четкое зрение, затем достаньте очки и положите палец на какой-нибудь другой предмет на краю внешней стороны предметного стекла и посмотрите в трубу; если вы можете видеть кончик своего пальца или любой предмет на его месте, просто выглядывая из-за края предметного стекла, никакая часть не отрезана. Когда-то у меня был трехфутовый телескоп, объективное стекло которого имело диаметр 3 дюйма, который не был таким ярким и в других отношениях работал далеко не так хорошо, как другой такой же длины, у которого объективное стекло имело диаметр всего 2½ дюйма; но я обнаружил, что диафрагма была помещена примерно на фут в конце большой трубы, что уменьшало апертуру оптического стекла менее чем до 2½ дюймов; и когда ее сняли, телескоп был менее отчетливым, чем раньше. Мощности, передаваемые вместе с этим прибором, были намного ниже обычных — ни одна из них не превышала 100 раз. Этот трюк не редкость для некоторых оптиков.

Доктор Пирсон упоминает, что мистеру Талли, когда он присутствовал, принесли старый телескоп Доллона с фокусным расстоянием 63 дюйма и апертурой 3½ дюйма, который считался превосходным, и результатом осмотра было то, что его ахроматизм не был идеальным. Таким образом, несовершенство было определено экспериментальным путем. Небольшой стеклянный шар был помещен на расстоянии 40 ярдов от объекта наблюдения телескопа, когда светило солнце, и пятнышко света, видимое отраженным от этого шара, служило хорошей заменой большой звезде в качестве объекта для наблюдения. Когда фокусное расстояние подзорной трубы было приспособлено к этому светящемуся объекту, нельзя было судить о его призматических aberrациях, пока окуляр не был выдвинут за пределы места правильного обзора; но когда телескоп немного укоротили, светящийся диск, вызванный таким укорочением, был сильно окрашен *красными* лучами по его окружности. Напротив, когда окуляр выдвигался, чтобы слишком удлинить телескоп, полученный таким образом диск окрашивался в *красный* в его *центре*, обозначая тем самым, что у выпуклой линзы было слишком короткое фокусное расстояние; и м-р Талли заметил, что если одну или обе кривые выпуклой линзы сгладить до увеличения общего фокусного расстояния примерно на 4 дюйма, это придаст телескопу совершенно ахроматический вид, при условии, что при этом aberrация не увеличится.

Можно добавить следующие общие замечания. 1. Чтобы провести сколько-нибудь точное сравнение телескопов, их необходимо использовать не только в одном и том же месте, но и как можно ближе к одному и тому же времени и, если инструменты одинаковой длины и конструкции, по возможности, с одним и тем же окуляром. 2. Разница в увеличительной силе в 8 или 10 раз иногда на определенных объектах придает телескопу совершенно иной характер. В ходе различных экспериментов было обнаружено, что объективные очки с увеличенной фокусировкой на два-три дюйма обеспечивают различное зрение при использовании одного и того же окуляра. 3. Необходимо убедиться, что очки идеально чистые и без дефектов. Дефекты стекла заключаются либо в прожилках, крапинках, царапинах, цвете, либо в неправильном рисунке. Чтобы обнаружить вены в глазу или предметном стекле, поставьте свечу на расстоянии



4-5 ярдов; затем смотрите через стекло и отводите его от глаза до тех пор, пока оно не залется светом — тогда вы увидите каждую жилку или другое несовершенство в нем, которое может искажать объекты и ухудшать зрение. Пятнышки или царапины, особенно в стеклах для объективов, не так вредны, как прожилки, поскольку они не искажают объект, а лишь перехватывают часть света. 4. Мы не можем точно судить о совершенстве какого-либо телескопа, наблюдая объекты, с которыми мы не знакомы. Оптики обычно пробуют инструмент по своим собственным меткам, таким как циферблат часов, карточка с тонкой гравировкой, флюгер или луна и планета Юпитер, когда они находятся вблизи меридиана. Из нескольких телескопов одинаковой длины, апертуры и увеличительной способности этот обычно считается лучшим, с помощью которого мы можем прочесть данный шрифт с наибольшего расстояния, особенно если шрифт состоит из *цифр*, таких как таблица логарифмов, где глаз не склонен обманываться воображением, *угадывая* смысл отрывка, когда различаются два или три слова.

Есть обстоятельство, на которое я часто обращал внимание, когда речь шла об ахроматических телескопах, особенно небольшого размера, и которое я никогда не замечал ни у одного автора оптических статей. Дело вот в чем— если телескоп, когда мы рассматриваем объекты, постепенно поворачивать вокруг своей оси, возникает определенное положение, в котором объекты будут казаться отчетливыми и точно очерченными; и если его повернуть ровно на полукруг от этой точки, воспринимается та же степень отчетливости; но во всех других положениях наблюдается очевидный недостаток четкости и определяющей силы. Я нахожу, что это имеет место в более чем десяти 1-футовых и 2-футовых телескопах, находящихся сейчас в моем распоряжении; и поэтому я поставил отметки на конце каждого из них, чтобы указать положения, в которых их следует использовать для четкого наблюдения.— Это обстоятельство, которое во многих случаях требует особого внимания при выборе и использовании телескопических инструментов, а также при закреплении и регулировке их на подставках. В некоторых телескопах этот дефект очень заметен, но в той или иной мере он заметен в подавляющем большинстве инструментов, которые мне довелось осмотреть. Даже в больших и дорогих ахроматических телескопах этот дефект иногда заметен. У меня есть achromatic, объективное стекло которого имеет диаметр  $4\frac{1}{10}$  inches diameter, which was much improved in its defining power, , за счет того, что его открутили из исходного положения или повернули вокруг своей оси — примерно на одну восьмую часть его окружности. Этот дефект лучше всего обнаруживается при взгляде на крупно напечатанную афишу или вывеску на расстоянии, когда при повороте телескопа или подзорной трубы буквы будут казаться гораздо более четкими в одном положении, чем в другом. Положение, в котором объект кажется наименее отчетливым, - это когда верхняя часть телескопа находится в квадранте окружности, отличном от двух указанных выше положений, или на равном расстоянии от каждого из них.

#### *7. О способе определения увеличительной способности телескопов.*

Что касается телескопов-рефракторов, мы уже показали, что при использовании одного бинокля увеличительную силу можно определить, разделив фокусное расстояние предметного стекла на фокусное расстояние самого бинокля. Но когда используется гюйгеновский окуляр или земной окуляр с четырьмя стеклами, такой, какие сейчас распространены в ахроматических телескопах, сила увеличения не может быть установлена таким образом; и в некоторых тонких наблюдениях практической астрономии чрезвычайно важно знать точную силу увеличения инструмента, с помощью которого производятся наблюдения, особенно когда для получения желаемых результатов используются микрометрические измерения.—Ниже

приводится общий метод определения увеличительной способности телескопов, когда не используется прибор, называемый *динаметром*; и он подходит для преломляющих и отражающих телескопов любого описания.

Разложив небольшой круг из бумаги диаметром дюйм или два на расстоянии около 100 ярдов, нарисуйте на карточке 2 черные параллельные линии, расстояние которых друг от друга равно диаметру бумажного круга. Затем рассмотрите в подзорную трубу бумажный кружок одним глазом, а параллельные линии - другим; и пусть параллельные линии перемещаются ближе к глазу или дальше от него, пока не покажется, что они точно покрывают маленький кружок, рассматриваемый в подзорную трубу. Частное, полученное путем деления расстояния от бумажного круга на расстояние от параллельных линий до глаза, будет представлять собой увеличительную силу телескопа. Требуется немного практики, прежде чем этот эксперимент можно будет провести с точностью. Один глаз должен быть приучен смотреть на объект, находящийся поблизости, в то время как другой смотрит в телескоп на более удаленный объект. Оба глаза должны быть открыты одновременно, и изображение объекта, видимого в телескоп, должно быть приведено в явный контакт с реальным объектом, находящимся поблизости. Но небольшая практика вскоре позволит любому наблюдателю провести эксперимент с легкостью и корректностью, если телескоп установлен на прочной подставке, а его подъем или опускание производится с помощью стойки.

Ниже приводится другой метод, основанный на том же принципе: — Измерьте пространство, занимаемое несколькими рядами кирпичей в современном здании, в котором в среднем получается 8 рядов на 2 фута, так что каждый ряд равен 3 дюймам. Затем вырежьте лист бумаги высотой 3 дюйма и длиной с кирпич, что составляет около 9 дюймов, так, чтобы он мог изображать кирпич, и, прикрепив бумагу к кирпичной стене, поместите рассматриваемую подзорную трубу на расстоянии примерно 80 или 100 ярдов от нее. Теперь, глядя в подзорную трубу на бумагу одним глазом и в то же время другим глазом, глядя мимо подзорной трубы, понаблюдайте, какой участок стены, как кажется, покрывает увеличенное изображение бумаги, затем сосчитайте ряды кирпичей на этом участке, и это даст увеличительную силу телескопа. Однако следует отметить, что увеличительная мощность, определенная таким образом, будет немного больше, чем для очень удаленных объектов, поскольку фокусное расстояние телескопа обязательно увеличивается для получения четкого изображения близких объектов.

При сравнении увеличительной способности двух телескопов или одного и того же телескопа, когда используются разные увеличительные способности, я обычно использую следующий простой метод. Телескопы устанавливаются на расстоянии 8 или 10 футов от окна так, чтобы их окуляры были параллельны друг другу или на одинаковом расстоянии от окна. Глядя на удаленный объект, я фиксирую внимание на его части, увеличенное изображение которой, как мне кажется, заполняет ровно две или три области окна. Затем, включив другую мощность или посмотрев в другой телескоп, я наблюдаю тот же объект и точно отмечаю протяженность его изображения на оконных стеклах и сравниваю протяженность одного изображения с другим. Предположим, например, что ранее было установлено, что один телескоп увеличивает изображение в 90 раз, и что изображение объекта, на который фиксируется изображение, заполняет ровно три стекла окна, и что при использовании другого источника питания или другого телескопа изображение заполняет ровно два стекла, тогда увеличительная мощность равна двум третям от первой, или 60 раз; и если бы оно заполняло только одно стекло, мощность была бы примерно в 30 раз. Более правильный метод состоит в том, чтобы поместить

с одной стороны окна узкую доску длиной в два или три фута, разделенную на 15 или 20 равных частей, и наблюдать, сколько из этих частей, по-видимому, покрыто соответствующими изображениями различных телескопов. Предположим, в одном случае, что изображение покрывает 10 делений в телескопе с увеличением в 90 раз, и что изображение того же объекта в другом телескопе имеет размер 6 делений, тогда его мощность определяется следующим соотношением  $10:90:6:54$ : то есть этот телескоп увеличивает в 54 раза.

Другой способ, который я использовал для определения, в близком приближении, мощности телескопов, заключается в следующем: — Попробуйте найти фокус единственной линзы, который в точности эквивалентен увеличительной мощности окуляра, будь то гюйгенский или обычный земной окуляр. Это можно сделать, взяв маленькую линзу и используя ее в качестве предметного стекла к окуляру. Глядя через окуляр на окно и удерживая линзу на надлежащем расстоянии, наблюдайте, точно ли изображение одного из стекол совпадает со стеклом, видимым невооруженным глазом; если это так, то увеличительная способность окуляра равна увеличительной способности линзы. Если фокусное расстояние объектива составляет  $\frac{1}{2}$  дюйма, окуляр будет давать такую же увеличительную силу, как и одиночная линза при использовании в качестве бинокля к телескопу, и увеличительную силу затем можно будет определить, разделив фокусное расстояние предметного стекла на фокусное расстояние стекла для глаз. Но если изображение оконного стекла не совсем совпадает со стеклом, видимым другим глазом, то можно получить пропорциональные части, наблюдая за разделениями такой панели, как описано выше, или мы можем попробовать линзы с разными фокусными расстояниями. Предположим, например, что использовался объектив с фокусным расстоянием 2 дюйма и что изображение оконного стекла покрывало ровно пространство между двумя стеклами, тогда мощность окуляра будет равна мощности объектива с фокусным расстоянием 1 дюйм.

Ниже приведен другой режим, основанный на том же общем принципе. Если листок писчей бумаги длиной в один дюйм или диск из того же материала диаметром в один дюйм положить на черное основание на расстоянии от 30 до 50 ярдов от объективного конца телескопа, а стержень, окрашенный в белый цвет и разделенный на дюймы и части четкими черными линиями, поместить вертикально рядом с указанной бумагой или диском; глаз, направленный в телескоп при настройке зрения, увидит увеличенный диск, а другой глаз, смотрящий вдоль внешней стороны телескопа, увидит количество дюймов и частей, которые проецируемый на него диск будет покрывать только, и количество дюймов, пройденных таким образом, будет указывать на увеличительную силу телескопа - на расстоянии, на которое он настроен для обеспечения четкого обзора. Солнечная энергия или мощности для очень удаленных объектов могут быть получены в следующем соотношении: — Как земное фокусное расстояние на данном расстоянии: к солнечному фокусному расстоянию ::, так и земная мощность к солнечной энергии. Например, диск из белой бумаги диаметром в один дюйм был помещен на черную доску и подвешен к стене, примыкающей к вертикальному черному посоху, который был разделен на дюймы четкими белыми линиями, на расстоянии 33 ярдов  $2\frac{1}{2}$  фута, и когда была произведена настройка зрения с помощью 42—дюймового телескопа, левый глаз наблюдателя рассматривал диск, спроецированный на посох, в то время как правый глаз заметил, что увеличенное изображение диска занимало всего  $58\frac{1}{2}$  дюйма на посохе, это число было мерой увеличительной силы, на расстоянии, соответствующем 33 ярдам  $2\frac{1}{2}$  фута, что в случае с этот случай превышал солнечный фокус на полтора дюйма. Тогда, согласно приведенной выше аналогии, мы имеем, как  $43,5:42::58,5:56,5$  почти. Следовательно, увеличительная сила, обусловленная солнечным фокусным расстоянием рассматриваемого телескопа, равна 56,5, а

расстояние 33 ярда  $2\frac{1}{2}$  фута соответствует увеличению солнечного фокусного расстояния на полтора дюйма.<sup>31</sup> Если мы умножим земное и солнечное фокусные расстояния вместе и разделим произведение на их разницу, мы снова получим расстояние земного объекта от телескопа. Таким образом,,  $(43.5 + 42)/1.5 = 1218$  дюймы = 101,5 фута, или 33 ярда  $2\frac{1}{2}$  фута.

Увеличительная способность телескопа также определяется путем измерения изображения, которое формирует предметное стекло или большое зеркало телескопа в его солнечном фокусе. Это достигается с помощью прибора, называемого *динаметром*. Этот прибор состоит из перламутровой полоски, отмеченной равными делениями, от  $1/100$ -й до  $1/1000$ -й доли дюйма друг от друга, в зависимости от требуемой точности. Этот измеритель прикрепляется к увеличительной линзе в фокусе, чтобы сделать мелкие деления более заметными. Когда требуется мощность телескопа, человек должен измерить чистое отверстие подзорной трубы, затем, держа перламутровый *динаметр* рядом с подзорной трубой, пусть он понаблюдает, сколько делений занимает маленький круг света, когда прибор направлен на яркий объект. Затем путем деления диаметра предмета-стекла на диаметр этого светового круга будет получена мощность.<sup>32</sup> Наиболее точным прибором такого рода является *динаметр с двойным изображением*, изобретенный Рамсденом, и еще один прибор, основанный на том же принципе, который сейчас изготавливает Доллонд, подробное описание которого можно найти во 'Введении в практическую астрономию' доктора Пирсона. Преимущество этих динамометров заключается в том, что они не требуют каких-либо знаний о толщине и фокусных расстояниях ни одной из линз, используемых в телескопе, ни об их количестве или взаимном расположении; также не имеет значения, будет ли конструкция преломляющей или отражающей, прямой или инвертирующей. Одна операция включает в себя результат, возникающий в результате наиболее сложной конструкции.

Далее я упомяну только следующий метод обнаружения увеличивающей способности, который основан на том же общем принципе, о котором говорилось выше. Пусть телескоп будет расположен в таком положении напротив солнца, чтобы лучи света могли падать перпендикулярно на предметное стекло; а пучок лучей можно было бы зафиксировать на листе бумаги и измерить его диаметр. Следовательно, поскольку диаметр пучка лучей равен диаметру стекла-объекта, то же самое относится и к увеличительной способности телескопа.

#### 8.—О чистке линз телескопов.—

Для улучшения зрения необходимо, чтобы стекла, особенно бинокли телескопов, содержались в идеальной чистоте, без влаги, пыли или чего-либо еще, что может препятствовать прохождению лучей света. Но при их протирании следует соблюдать большую осторожность, так как они могут быть поцарапаны или иным образом повреждены при грубом и неосторожном обращении с ними. Никогда не следует пытаться протирать их, если они действительно в этом не нуждаются; и в этом случае их следует тщательно и бережно протирать куском новой и мягкой кожи ягненка. Если этого нет под рукой, в качестве замены можно использовать лист тонкой шелковой бумаги или тонкого чистого льна. Линза, за которой требуется самое пристальное внимание, - это второе стекло от глаза, или полевой бинокль; ибо, если на этом стекле обнаруживается какая-либо пыль или другие препятствия, это всегда видно отчетливо, поскольку увеличено стеклом, расположенным рядом с глазом. Следующее стекло, требующее внимания, - это четвертое от глаза, или то, которое находится рядом с объектом. За исключением случаев, когда стекло рядом с глазом сильно запылено, редко можно заметить

несколько мелких пятен или пылинок. К предметному стеклу ахроматика следует прикасаться редко, если к нему не прилипла влага. Следует соблюдать осторожность и никогда не использовать носовые платки или грязные тряпки для протирания линз. Из-за частого использования таких изделий стекла подзорных труб *seaman's* в течение нескольких лет тускнеют и царапаются. Если стекла сильно загрязнены и к ним прилипли жирные вещества, их можно смочить в спирте и воде, а затем тщательно протереть. При установке стекол в гнездо следует соблюдать осторожность и не прикасаться к поверхностям пальцами, так как они могут потемнеть от пота: их следует брать только за края и аккуратно вкручивать в те же ячейки, из которых они были взяты.

### *НА МЕГАЛАСКОПАХ Или ТЕЛЕСКОПАХ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ За ОЧЕНЬ БЛИЗКИМИ ОБЪЕКТАМИ.*

Оптики и другие специалисты, по-видимому, почти не обратили внимания на то, что телескопы могут быть сконструированы таким образом, чтобы обеспечивать прекрасный и детальный обзор очень близких объектов и производить даже микроскопический эффект без малейшего изменения *врасположении* линз, из которых они состоят. Эта цель достигается простым изготовлением окуляра телескопа такой длины, чтобы его можно было выдвинуть на 12 или 13 дюймов за пределы точки отчетливого видения удаленных объектов. Затем телескоп становится способным с четкостью отображать все виды объектов, от самых удаленных до тех, которые расположены в пределах 3-4 футов от прибора - или не ближе, чем вдвое превышающего фокусное расстояние объектива. Однако наши телескопы редко или вообще никогда не оснащаются трубками, которые выходят более чем на дюйм или два за пределы точки отчетливого обзора удаленных объектов, хотя трубка большего размера, чем обычно, или дополнительная трубка обошлись бы в очень незначительные расходы.

Ниже, среди многих других, приведены некоторые объекты, на которых я провел множество забавных экспериментов с телескопами, оснащенными длинными трубками, о которых я упоминаю. Телескоп, о котором я расскажу подробнее, представляет собой ахроматический, установленный на подставке, имеющий объективное стекло с фокусным расстоянием около 19 дюймов и диаметром  $1\frac{5}{8}$  дюйма, с увеличительной способностью для удаленных объектов в 13 и 20 раз. Когда этот инструмент направлен на миниатюрный портрет длиной 3 с половиной дюйма, помещенный при хорошем освещении на расстоянии около 8 или 10 футов, он кажется таким же большим, как картина маслом длиной четыре или пять футов, и представляет человека размером с натуру. Черты лица, кажется, выделяются жирным рельефом: и, пожалуй, нетизображения человеческой фигуры, более похожего на живой прототип, чем на этой выставке, при условии, что миниатюра выполнена тонко. В этом случае трубу необходимо отодвинуть на четыре-пять дюймов от точки отчетливого обзора удаленных объектов, и, следовательно, мощность увеличения пропорционально увеличивается. Другой класс объектов, к которым может быть применен такой телескоп, - это *перспективные снимки* общественных зданий, улиц или пейзажей. При таком рассмотрении они приобретают панорамный вид и кажутся почти такими же естественными, как в жизни — точно так же, как они выглядят в оптическом диагональном аппарате или при отражении в большом вогнутом зеркале - с тем преимуществом, что, хотя в этих приборах левая сторона отпечатка появляется там, где должна быть правая, объекты, видимые в телескоп, выглядят точно в своем естественном положении. Однако в этом случае телескоп должен иметь небольшое увеличение, не превышающее 5-6 раз, чтобы охватить весь ландшафт. Если используется астрономический окуляр, отпечаток потребуется перевернуть.

Другими видами объектов, которые можно наблюдать с помощью этого прибора, являются деревья, цветы и другие объекты в садах, непосредственно прилегающих к квартире, в которой мы проводим наши наблюдения. Таким образом, мы можем получить четкое представление о различных сельских объектах, к которым нам нелегко приблизиться, таких как почки и соцветия на верхушках деревьев и насекомые, которыми они могут быть заражены. Существуют определенные объекты, на которых телескоп может производить мощный микроскопический эффект, например, более нежные и красивые виды цветов, листья деревьев и подобные объекты. При наблюдении за такими объектами телескоп может быть поднесен к рассматриваемым объектам на расстояние, чуть более чем вдвое превышающее фокусное расстояние подзорной трубы, и тогда увеличительная сила очень значительно увеличивается. Букетик, составленный из множества нежных цветов, и даже один-единственный цветок, например, морской волны, создает великолепный внешний вид таким образом. Павлинье перо или даже волокна обычного гусиного пера выглядят очень красиво при надлежащем освещении. Листья деревьев, особенно лист платана, когда их прикладывают к оконному стеклу так, чтобы свет мог проникать сквозь них, кажутся во всех своих внутренних разветвлениях более отчетливыми, красивыми и интересными, чем при рассмотрении любым другим способом; и при таком взгляде глазам сразу открывается большая часть объекта. В этом случае окуляр такого телескопа, о котором идет речь, должен быть выдвинут на 12 или 14 дюймов за пределы точки отчетливого видения объектов на расстоянии, а расстояние между этими ближайшими объектами и оконечностью телескопа составляет всего около 3½ футов.

Таким образом, телескоп с диагональным окуляром обеспечивает очень приятный обзор ближайших объектов. С помощью инструмента такого типа я часто рассматривал более крупные мелкие объекты, упомянутые выше, такие как листья кустарников и деревьев, цветы, состоящие из различных частей, волокна павлиньего пера и подобные объекты. В этом случае объективное стекло прибора с фокусным расстоянием 10 с половиной дюймов было поднесено на расстояние 22 дюймов от объекта, и глаз смотрел на него сверху вниз таким же образом, как при рассматривании объектов в составной микроскоп. Для указанных целей можно использовать обычный карманный ахроматический телескоп при условии, что трубка в окуляре, содержащая две линзы рядом с объектом, будет извлечена, и в этом случае два стекла рядом с глазом образуют астрономический окуляр, а трубки могут быть выдвинуты на 5 или 6 дюймов за фокусную точку для удаленных объектов и обеспечат четкое видение объектов, удаленных не более чем на 20 или 24 дюйма. Но в этом случае объекты, подлежащие просмотру, должны быть перевернуты, чтобы их можно было видеть в их естественном положении при просмотре через прибор. Телескопы большого размера и высокой увеличительной способности также могут с пользой использоваться для наблюдения очень близких объектов в садах, прилегающих к помещению, в котором размещены приборы, при условии, что выдвижная трубка рядом с глазом выходит на два-три дюйма за пределы видимости удаленных объектов. В этом случае 100-кратное увеличение на ахроматике 3½ или 5 футов дает очень приятный эффект. При проведении наблюдений, на которые я сейчас ссылался, для улучшения зрения и получения приятного обзора объектов необходимо, чтобы инструмент был установлен на подставке и мог двигаться во всех направлениях. Регулировка для обеспечения четкого обзора может быть произведена либо с помощью выдвижной трубы, либо путем удаления телескопа ближе к объекту или дальше от него.

## *РАЗМЫШЛЕНИЯ О СВЕТЕ И ЗРЕНИИ, А ТАКЖЕ О ПРИРОДЕ И ПОЛЕЗНОСТИ ТЕЛЕСКОПОВ.*

Свет - один из самых чудесных и благотворных, и в то же время один из самых таинственных факторов материального творения. Хотя солнце, от которого она течет в эту часть нашей системы, находится почти в сотне миллионов миль от нашего земного шара, все же мы воспринимаем ее так очевидно и ощущаем ее влияние так сильно, как если бы оно исходило не более чем из области, расположенной над облаками. Он обеспечивает жизнь и комфорт нашей физической системе, и без его влияния и действий на различные объекты вокруг нас мы едва ли смогли бы существовать и получать удовольствие в течение одного часа. Он рассеивается вокруг нас во все стороны от своего источника - солнца; и даже звезды, хотя и находятся на расстоянии в сотни тысяч раз больше, чем расстояние от солнечного шара, передают в наши отдаленные области часть этого элемента. Она придает красоту и плодородие земле, поддерживает растительные и животные племена и связана с различными движениями, которые происходят по всей системе Вселенной. Он раскрывает перед нами весь пейзаж внешней природы — высокие горы и бескрайние равнины, величественные реки и могучий океан; деревья, цветы, хрустальные ручьи и бескрайний небесный покров, украшенный тысячами сияющих шаров. Короче говоря, в поле нашего созерцания едва ли есть объект, который не был бы представлен нашему пониманию посредством света или, по крайней мере, имеет определенное отношение к этому оживляющему и универсальному действию. Когда мы рассматриваем чрезвычайную мельчайшесть лучей света, их непостижимую скорость, неизменные законы, по которым они действуют на все тела, разнообразные явления, производимые их изгибами, преломлениями и отражениями, в то время как их первоначальные свойства остаются неизменными; бесконечное разнообразие цветов, которые они производят на каждую часть нашего земного творения, и легкость, с которой миллионы лучей проходят через мельчайшие отверстия и проникают в вещества огромной плотности, в то время как каждый луч проходит вперед в толпе, не мешая другому, и производит свое собственное специфическое впечатление, — мы не можем не рассматривать этот элемент как самый удивительный, поразительный и восхитительная часть материального творения. Когда мы размышляем о восхитительной красоте и изысканных удовольствиях, основным источником которых является свет, и о том, насколько его природа все еще окутана тайной, несмотря на глубокие исследования современных философов, мы вполне можем воскликнуть вместе с Поэтом:

“Как же тогда мне попытаться воспеть Того,  
Кто, озаряя себя, в нетварном свете,  
Вложенном глубоко, пребывает в ужасном уединении  
От глаз смертных или более чистого понимания ангела;  
Чья единственная улыбка с начала времен  
Наполнила, переливаясь через край, все те небесные светильники,  
Которые вечно лучат в бескрайнем небе”. — Томсон.

Глаз - это инструмент, с помощью которого мы воспринимаем прекрасное и разнообразное воздействие этого универсального средства. Его тонкая и сложная структура, его



разнообразные мышцы, оболочки и мембраны, различные жидкости, обладающие различной преломляющей способностью, и различные приспособления для выполнения и регулирования его внешних и внутренних движений для достижения намеченных целей — ясно демонстрируют, что этот орган является шедевром Божественного механизма — творением Того, чей интеллект превосходит представления и чья Мудрость непостижима. 'Наше зрение (говорит Аддисон) - самое совершенное и восхитительное из всех наших чувств. Она наполняет ум самым разнообразным набором идей, беседует со своими объектами на самом большом расстоянии и дольше всего продолжает действовать, не уставая и не пресыщаясь подобающими ей удовольствиями. Осязание действительно может дать нам представление о протяженности, форме и всех других идеях, попадающих в поле зрения, за исключением цветов; но в то же время оно очень напряжено и ограничено в своем действии количеством, объемом и расстоянием от своих конкретных объектов. Наше зрение, по-видимому, предназначено для устранения всех этих недостатков и может рассматриваться как более тонкий и рассеянный вид осязания, который распространяется на бесконечное множество тел, охватывает самые большие фигуры и делает доступными для нас некоторые из наиболее отдаленных уголков Вселенной ".

Если бы мы могли предположить, что существует категория существ, наделенных всеми человеческими способностями, кроме зрения, то таким существам, привыкшим получать информацию только на ощупь, показалось бы невероятным, что благодаря добавлению органа, состоящего из шара и гнезда диаметром в дюйм, они могли бы быть способны в одно мгновение, не меняя своего места, воспринимать расположение целой армии, боевой порядок, очертания великолепного дворца или все разнообразие пейзажа. Если бы человек смог на ощупь определить фигуру Тенерифского пика или даже церкви Святого Петра в Риме, это было бы делом всей его жизни. Таким существам, как мы предполагали, показалось бы еще более невероятным, если бы они были проинформированы об открытиях, которые могут быть сделаны этим маленьким органом в вещах, находящихся далеко за пределами досягаемости любого другого чувства, — о том, что с его помощью мы можем находить дорогу в бескрайнем океане, — что мы можем пересечь земной шар, определить его форму и размеры и очертить каждую его область, — да, что мы можем измерять орбиты планет и делать открытия в сфере неподвижных звезд. И если бы они были далее проинформированы о том, что с помощью этого же органа мы можем распознавать характеры и предрасположенности, страсти и привязанности наших ближних, даже когда они больше всего хотят их скрыть, - что, когда язык наиболее искусно приучен лгать и лицемерить, лицемерие должно проявляться на лице проницательному глазу — и что с помощью этого органа мы часто можем различать, что прямо, а что криво как в уме, так и в теле, — разве это не показалось бы еще более удивительным для существ, подобных тем, которые мы сейчас предположили?<sup>33</sup>

Несмотря на эти чудесные свойства органа зрения, глаз, когда ему не помогает искусство, сравнительно ограничен в диапазоне своих возможностей. Он не может ни установить существование определенных объектов на расстоянии трех-четырёх миль, ни понять, что происходит в природе или искусстве за этим пределом. Благодаря ее природным свойствам мы воспринимаем Луну как шар диаметром около половины градуса, усеянный двумя или тремя темными пятнами, и что солнце — это светящееся тело, по-видимому, такого же размера, что планеты - это светящиеся точки, и что на видимом пологие неба насчитывается около тысячи звезд. Но десяти тысячная часть этих светил, которые находятся в пределах досягаемости человеческого зрения, никогда не может быть видна невооруженным глазом. Здесь



вмешивается ТЕЛЕСКОП и придает новую мощь органу зрения, благодаря которому он может расширять свой обзор на неизмеримо удаленные области космоса и на объекты, количество и величину которых иначе человеческое воображение никогда бы не смогло представить. С его помощью мы получаем наглядную демонстрацию того, что пространство безгранично — что Вселенная наполнена бесчисленными солнцами и мирами — что самые отдаленные области необъятности, неизмеримо выходящие за пределы зрения без посторонней помощи, демонстрируют энергии Созидающей Силы, и что Империя Создателя простирается далеко за пределы того, что видит глаз или может представить человеческое воображение.

Телескоп - это инструмент гораздо более удивительной природы, чем то, что большинство людей склонно себе представлять. Какими бы популярными ни были сейчас такие приборы и каким бы обычным обстоятельством ни было созерцание объектов на большом расстоянии, которые невооруженный глаз не может различить, все же до их изобретения и усовершенствования казалось бы в высшей степени загадочным, если не невозможным, что объекты на расстоянии десяти миль могли казаться находящимися в нескольких ярдах от нас, и что некоторые небесные тела можно было видеть так отчетливо, как если бы мы были перенесены какой-то высшей силой на сотни миллионов миль за пределы нашего земного обитания. Кто бы мог себе такое представить—рассуждения *априори*—это преломление света в стекле—та же самая сила, которой прямая штанга отображается криво в воде, по которой зрение по-разному искажены, и с помощью которых мы несем ответственность в бесчисленные обманы—это та же самая сила, или закон природы, за счет работы которой объекты в пейзаже искажаются при взгляде через определенные оконные стекла в наших окнах, то, что власть должна быть модифицирована, и направлена как на расширение границ видения, и позволяют нам четко различать сцены и объекты на расстоянии в тысячи раз превышающие естественные границы наших органов зрения? И все же таковы открытия, которых достигла наука, таковы силы, которые она выявила, что с помощью очков, отшлифованных в различных формах и должным образом приспособленных друг к другу, мы получаем возможность как бы сужать границы пространства, проникать в самые отдаленные области и делать доступными нашему познанию самые возвышенные объекты во вселенной.

Когда Плиний заявил, ссылаясь на Гиппарха, древнего астронома, "*Свидетельство о невероятном числе будущих звезд*", что "он осмелился перечислить звезды для потомков, что было запрещено Богом", что сказал бы этот историк природы, если бы было предсказано, что менее чем через 1600 лет появится человек, который позволит потомкам увидеть и перечислит в десять раз больше новых звезд, чем когда—либо видел Гиппарх, который укажет на более высокие горы на Луне? кто, как не на земле, должен был обнаружить темные пятна размером с наш земной шар на солнце, источник света — кто мог бы описать четыре луны, вращающиеся в разные периоды времени вокруг планеты Юпитер, и мог бы показать окружающим сенаторам различные фазы Венеры? и что вскоре после этого появится другой, который укажет на двойное кольцо в шестьсот тысяч миль в окружности, вращающееся вокруг планеты Сатурн, и на десять сотен тысяч звезд, которые ни Гиппарх, ни кто-либо другой из древних астрономов никогда не могли описать? Однако это лишь малая часть открытий, сделанных Галилеем и Гершелем с помощью телескопа. Если бы кто—нибудь пророчески сообщил Архимеду, знаменитому геометру из Сиракуз, что зрению в последующие века таким чудесным образом поможет искусство — и далее, что одним из способов улучшения зрения было бы поместить темное *непрозрачное* тело прямо между объектом и глазом — и что другой метод заключался бы в том, чтобы не смотреть на объект, а удерживать глаз совсем в другом и даже в

*противоположном направлении, или встать спиной прямо к нему и созерцать все его части, невидимые глазу. невооруженным глазом, наиболее отчетливо видимым таким образом, он, несомненно, счел бы пророка восторженным дураком или буйствующим безумцем. Тем не менее, эти вещи были реализованы в наше время в полной мере. В григорианском телескоп-рефлекторе непрозрачное тело, а именно маленькое зеркало на конце трубки, находится непосредственно между глазом и объектом. В ньютоновском отражателе и в диагональных окулярах, описанных ранее, глаз направлен под прямым углом к объекту или с отклонением на 90 градусов от прямой линии обзора. В "больших телескопах" Гершеля и в *Воздушном отражателе*, описанном ранее (на стр. 311-325), спина повернута к объекту, а глаз - в противоположном направлении.*

Эти обстоятельства должны научить нас смирению и растущей неуверенности в наших собственных силах; и они должны предостеречь нас не быть слишком догматичными или безапелляционными в утверждении того, что возможно или невозможного ни в отношении природы, ни в искусстве, ни в действиях Божественного Существа. В наше время искусство достигло успехов в области передвижения, морской и воздушной навигации, улучшения зрения, разделения и сочетания невидимых газов и множества других объектов, о которых люди прежних эпох не могли иметь ни малейшего представления. И даже сейчас мы не можем установить границ будущим открытиям науки и усовершенствованиям искусства; но имеем все основания тешить себя надеждой, что в грядущие века будут раскрыты сцены Божественного механизма в системе природы и продемонстрированы эффекты химических и механических сил, о которых человеческий разум при его нынешнем уровне развития не может составить даже самого несовершенного представления. Подобные обстоятельства также должны научить нас не отвергать никаких указаний, которые были сделаны нам в отношении характера, атрибутов и устроений Божественного Существа, а также моральных откровений его воли, данных в Священных Записях, потому что мы неспособны постичь каждую истину и устранить все трудности, связанные с моральным управлением Великого Правителя вселенной. Ибо, если мы сталкиваемся со многими обстоятельствами в светской науке и даже в обычных процессах природы, которые трудно постичь, — если даже конструкция таких телескопов, которыми мы пользуемся сейчас, казалась бы непостижимой тайной древним философам, — мы должны ожидать, что обнаружим трудности, почти непреодолимые для таких ограниченных умов, как наш, в вечных планах и моральных установлениях “Царя Бессмертного и Невидимого”, обозначенных только в их общих чертах, в Священных Оракулах — особенно тех, которые касаются происхождения физического и морального зла, конечной судьбы человека и духовного развития. невидимые реальности будущего мира.

ПОЛЕЗНОСТЬ телескопа может быть рассмотрена в связи со следующими обстоятельствами.

Во-первых, его можно рассматривать как инструмент или машину, которая практически переносит нас в отдаленные области космоса. Когда мы смотрим на Луну в телескоп с 200-кратным увеличением и обзреваем ее обширные равнины, высокие пики, круглые горные цепи, отбрасывающие глубокие тени на долины, ее глубокие и неровные пещеры и все другие разновидности, которые появляются на лунной поверхности, мы созерцаем такие объекты таким же образом, как если бы мы стояли в точке, удаленной на 238 800 миль от земли в направлении Луны, или всего на тысячу двести миль от этого светила, считая, что расстояние до него равно 240 000 миль. Когда мы рассматриваем планету Сатурн с помощью аналогичного прибора и получаем представление о ее поясах, спутниках и великолепных кольцах, мы как бы

переносимся через области космоса в точку в небесах, находящуюся более чем в *девятистах миллионах миль* от поверхности нашего земного шара, и созерцаем эти величественные объекты, как если бы мы находились в пределах пяти миллионов миль от поверхности этой планеты.<sup>34</sup> Хотя была задействована сверхъестественная сила, достаточная для того, чтобы переносить нас в таком небесном путешествии на тысячу миль каждый день, потребовалось бы более двух тысяч четырехсот шестидесяти лет, прежде чем мы смогли бы достичь такого отдаленного места; тем не менее телескоп за несколько мгновений переносит наши зрительные способности в эту далекую точку пространства. Когда мы рассматриваем с помощью такого прибора мельчайшие и очень удаленные скопления звезд в Млечном Пути, мы фактически переносимся через области космоса на расстояние *пятисот тысяч миллионов миль* от земли; ибо мы созерцаем эти светила в телескоп почти так же, как если бы они действительно наблюдались из такой отдаленной точки на небесном своде. Эти звезды не могут находиться менее чем в *ста миллиардах* миль от нашего земного шара, и инструмент, который, как мы предположили, приближает их к двухсотой части этого расстояния. Предположим, что нас унесло вперед быстрым движением к этой точке со скоростью тысячи миль *каждый час*, потребовалось бы более *пятидесяти семи тысяч лет*, прежде чем мы смогли бы достичь той очень отдаленной станции в космосе, к которой нас, *по сути*, переносит телескоп. Так что этот инструмент гораздо эффективнее открывает нашему взору картины Вселенной, чем если бы мы были наделены способностью передвигаться, чтобы перемещаться по областям пространства со скоростью пушечного ядра на предельной скорости; и все это время мы можем спокойно сидеть в наших земных покоях.

Далее, телескоп был *средством расширения нашего обзора возвышенных сцен творения* в большей степени, чем любой другой инструмент, созданный искусством. До изобретения этого прибора вселенная обычно представлялась ограниченной в очень узких пределах. Земля считалась одним из крупнейших тел в творении; планеты рассматривались как тела гораздо меньшего размера, чем те, которыми они являются сейчас; ни одно из тел, похожих на нашу Луну, не вращалось ни вокруг одного из них; а звезды считались немногим большим, чем несколько ярких ламп, подвешенных для испускания нескольких мерцающих лучей и украшения купола нашего земного жилища. О таком удивительном явлении, как Кольцо Сатурна, никто никогда не подозревал, а солнце считалось всего лишь большим огненным шаром. Действительно, предполагалось, что Луна разнообразна горами и долинами и что это, возможно, обитаемый мир; но ничего определенного нельзя было определить по этому вопросу из-за ограниченной природы зрения без посторонней помощи. Но телескоп был средством расширить наши представления о величественных сценах творения почти до неограниченных пределов. Он убрал завесу, которая раньше мешала нам видеть далекое величие неба. Он выявил пять новых планетных тел, неизвестных прежним астрономам, одно из которых более чем в восемьдесят раз больше Земли, и семнадцать *второстепенных* планет, которые вращаются вокруг первичной. Это расширило размеры солнечной системы вдвое по сравнению с тем, что предполагалось ранее. Это позволило нам обнаружить сотни комет, которые в противном случае ускользнули бы от нашего постороннего взгляда, и определить некоторые из их траекторий и периодов обращения.

Он исследовал глубины Млечного Пути и позволил нам увидеть сотни тысяч этих великолепных сфер, где невооруженным глазом едва ли одна видна. Это открыло нашему взору *тысячитуманностей* различного описания, рассеянных по разным областям небесного свода — многие из них содержат тысячи отдельных звезд. Это направило наши исследования на

тысячи двойных, тройных и множественных звезд —солнц, вращающихся вокруг солнц, и систем вокруг систем, и позволило нам определить некоторые периоды их обращения. Это продемонстрировало огромные расстояния звездных сфер от нашего земного шара и их соответствующие величины; поскольку это показывает нам, что, приблизив их к нашему взору в несколько сотен или тысяч раз, они все еще кажутся лишь множеством сияющих *точек*. Это позволило нам осознать, что могущественные изменения происходят во всех областях необъятного — появляются новые звезды, а другие удаляются из поля нашего зрения, и движения с непостижимой скоростью уносят эти великолепные сферы вперед по пространствам небосвода. Короче говоря, это открыло перспективу в области космоса, столь неизмеримо удаленные, что пушечное ядро, летящее с величайшей скоростью, не достигло бы столь отдаленных уголков мироздания за две тысячи миллионов лет, и даже самому свету, самому быстрому телу в природе, потребовалось бы более тысячи лет, прежде чем оно смогло бы преодолеть этот огромный промежуток. Таким образом, это заложило основу для получения нами приблизительного представления о бесконечности пространства и для получения представления о далеких сценах творения и необъятных масштабах Вселенной.

Опять же, телескоп, вследствие открытий, которые он позволил нам сделать, имеет тенденцию *расширять наши представления об атрибутах и Владычестве Божества*. Широта наших представлений о Божественном Существе находится в определенной пропорции к расширению наших взглядов на его творения и операции, которые он непрерывно осуществляет по всей вселенной. Если наши взгляды на дела Божьи и на проявления, которые он дал о себе своим разумным созданиям, будут ограничены узкой сферой, такой как приход, провинция, королевство или отдельный мир, наши представления об этом Великом Существе будут пропорционально ограничены. Ибо наши представления о его Могууществе, его Мудрости и других природных атрибутах почерпнуты главным образом из проявления Бога в материальном творении. Но пропорционально широте перспективы, которую мы можем видеть в действиях Всевышнего, будут меняться и наши представления о его характере, атрибутах и деятельности. Итак, телескоп — больше, чем любое другое изобретение человека, — имеет тенденцию открывать нашему взору самые великолепные и обширные перспективы творений Божьих. Это привело нас к установлению того, что в пределах солнечной системы существуют тела, которые, взятые вместе, составляют массу вещества, почти в две тысячи пятьсот раз превышающую массу земли, — что все эти тела составлены и расположены таким образом, что их можно считать обитаемыми мирами, — и что солнце, центр этой системы, в пятьсот раз больше всей планеты в целом. Но, выйдя далеко за пределы этой системы, она представила нашему взору вселенную, недоступную пониманию конечного разума и которой человеческое воображение не может установить границ. Это позволило нам различать солнца, группирующиеся за солнцами, поднимающиеся для обозрения в безграничной перспективе, пропорционально степени его увеличивающей и освещающей способности — число которых можно оценить не просто тысячами, десятками тысяч и сотнями тысяч, но десятками *миллионов* — не оставляя нам места для сомнений в том, что еще сотни миллионов, за предельными пределами человеческого зрения, даже при помощи искусства, скрыты от взора смертных в неисследованных и неизведанных областях необъятности.

Итак, здесь перед нами предстает сцена, демонстрирующая *Всемогущую Силу*, которую не могут раскрыть никакие другие объекты и которую мы никогда бы не увидели без помощи телескопа, — сцена, расширяющая наши представления о Божественном Существе до такой степени, какой люди прежних поколений никогда не могли предвидеть, — сцена, позволяющая

нам составить приблизительное представление о Том, кто является “Царем Вечным, Бессмертным и Невидимым”, который “сотворил все миры и для чьего удовольствия они существуют и были созданы”. Здесь мы созерцаем действия Существа, могущество которого безгранично и неконтролируемо и которое намного превосходит понимание высших сотворенных разумных существ — могущество, проявляющееся не только в огромной протяженности материального существования и бесчисленном количестве могучих шаров, содержащихся во Вселенной, — но и в поразительно*быстрых движениях*, с которыми мириады из них проносятся через неизмеримые пространства творения, — некоторые из этих великолепных шаров движутся со скоростью сто семьдесят тысяч миль в час. Здесь мы также имеем проявление бесконечной *Мудрости* и Разума Божественного Разума в гармонии и порядке, с которыми осуществляются все могучие движения Вселенной — в пропорциональности величин, движений и расстояний планетарных миров — в точной подгонке скорости снаряда к силе притяжения — в постоянной пропорции между временами периодического обращения планет и кубами их средних расстояний — в *расстояниях* нескольких планет от центрального тела системы по сравнению с их соответствующими *плотностями* — и постоянство и регулярность их движений и точность, с которой они совершают свой предначертанный круг, — все эти обстоятельства со всей очевидностью показывают, что Тот, кто сотворил вселенную, является “единственным Мудрым Богом”, который “прекрасен в совете и превосходит в действии”. Здесь, в общем, проявление *безграничной доброжелательности*. Ибо мы ни на мгновение не можем предположить, что столь многие мириады великолепных планет, приспособленных для того, чтобы быть центрами бесчисленного числа могущественных миров, должны быть не чем иным, как бесплодными пустошами, не имеющими ни малейшего отношения к разумному существованию. И если они населены разумными существами различных категорий — как велико должно быть их число и как велико то Божественное Благодеяние, которое обеспечило их всех всем необходимым для их существования и счастья!

Благодаря этим открытиям телескопа мы получаем представление о величии и безграничных масштабах вселенской империи Бога. Для этой империи не существует границ. Чем больше и мощнее наши телескопы, тем дальше мы способны проникать в эти далекие и неизвестные области; и как бы далеко мы ни проникали в бездну космоса, новые объекты чуда и великолепия все еще продолжают представать нашему взору — что дает основание предполагать, что, если бы мы проникли в десять тысяч раз дальше в эти отдаленные необъятные пространства, нашему взору открылись бы новые солнца, системы и миры. Над всем этим обширным скоплением материального существования и над всеми содержащимися в нем чувствительными и интеллектуальными существами вечно и неизменно правит Бог; и мельчайшие изменения как физической, так и интеллектуальной системы во всех отделах этих обширных владений в каждый момент “обнажены и открыты” его Всеведущему оку. Какой *безграничный Разум* подразумевается в *Руководстве* и *устройстве* дел такой неограниченной империи! и какое возвышенное и обширное представление оно передает о Том, кто восседает на троне Вселенской Природы и чье величие непостижимо! Но без помощи телескопической трубы мы не смогли бы сформировать столь широких представлений о величии ни самого Вечного Творца, ни вселенной, которую он создал.

Помимо вышесказанного, вкратце можно отметить следующие виды использования телескопа в науке и повседневной жизни:—

В астрономии едва ли что-либо можно сделать с точностью без помощи телескопа. 1. Это позволяет астроному с точностью определять прохождение планет и звезд *через меридиан; и от точности, с которой получают эти прохождения, зависит множество важных выводов и вычислений*..... Расчет астрономических и навигационных таблиц, помогающих мореплавателю в его кругосветных путешествиях и облегчающих его вычисления широты и долготы, основан на наблюдениях, сделанных с помощью телескопа, без использования которого они не могут быть выполнены с высокой точностью. 2. *Видимые диаметры планет* могут быть измерены только с помощью этого прибора, снабженного микрометром. Невооруженным глазом невозможно провести точные измерения диаметров этих тел; а без знания их кажущихся диаметров за минуты или секунды невозможно определить их реальную массу, даже если известны их точные расстояния. Различия между их полярным и экваториальным диаметрами также не могут быть установлены без наблюдений, сделанных с помощью мощных телескопов. Например, установлено, что экваториальный диаметр Юпитера пропорционален полярному как 14 к 13, то есть экваториальный диаметр более чем на 6000 миль длиннее полярного диаметра, который никогда не мог быть определен наблюдениями, сделанными невооруженным глазом. 3. *Параллаксы* небесных тел могут быть точно установлены только с помощью телескопа; и только зная их параллаксы, можно определить их расстояния от земли или от солнца. В случае неподвижных звезд никогда нельзя было ожидать, что без помощи телескопа можно будет обнаружить что-либо похожее на параллакс. Именно путем поиска параллакса определенной неподвижной звезды был обнаружен важный факт *Аберрации света*. Наблюдения для этой цели производились с помощью телескопа длиной 24 фута, установленного в определенном положении. 4. Движения и периоды обращения *Звездных систем* могут быть определены только на основе наблюдений, сделанных телескопами с большим увеличением и яркостью. Без телескопа невозможно разглядеть маленькие звезды, которые сопровождают двойные или тройные звезды, и уж тем более их движение или изменение их взаимного положения. До изобретения телескопа о таких явлениях, которые сейчас считаются столь замечательными и интересными, невозможно было даже предположить. 5. Точное определение долготы мест на поверхности Земли осуществляется с помощью телескопа путем наблюдения с помощью этого прибора за погружениями и всплытиями спутников Юпитера. На основе таких наблюдений, с помощью хронометра и имея время в любом известном месте, легко определить местоположение любого неизвестного места. Но затмения спутников Юпитера можно увидеть только с помощью телескопических приборов значительной мощности. 6. С помощью телескопа с перекрестием в фокусе подзорной трубы, прикрепленного к Квадранту, можно наиболее точно определить высоту солнца или звезды, особенно полярной звезды; и из таких наблюдений можно легко и точно определить *широту* места.

Опять же, при *съемке местности* телескоп особенно полезен; и для этой цели он устанавливается на подставку с возможностью горизонтального и вертикального перемещения, указывая делениями градусы и минуты наклона инструмента. Для более точного считывания этих делений обе линейки снабжены шкалой Нониуса, или *шкалой нониуса*. Цель здесь состоит в том, чтобы измерить угловые расстояния между удаленными объектами на плоскости, действительно горизонтальной; или же угловую высоту или впадину объектов выше или ниже плоскости горизонта. Для получения любого из этих видов углов с требуемой степенью точности необходимо, чтобы геодезист имел как можно более ясный и отчетливый вид объектов или опорных столбов, которые он устанавливает для своей цели, чтобы он мог с большей

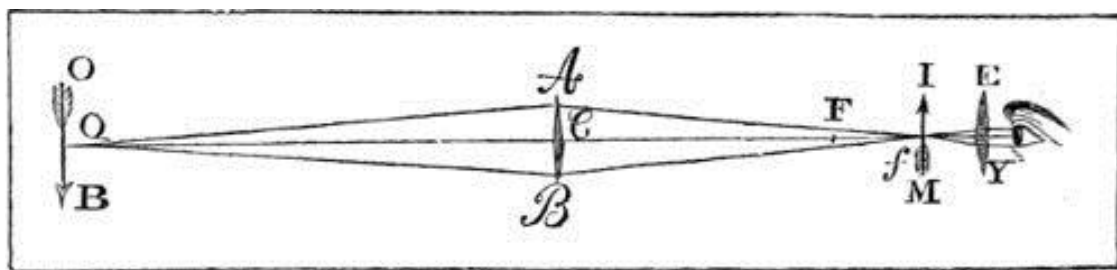
уверенностью определить точку объекта, которая точно соответствует линии, которую он проводит. Теперь, поскольку такие объекты обычно находятся на слишком большом расстоянии, чтобы геодезист мог различить их невооруженным глазом, он прибегает к помощи телескопа, с помощью которого он получает, 1. отчетливый вид объекта, на который направлено его внимание, и 2. он может определить точную точку объекта, на который направлен прицел, с помощью перекрестия в фокусе монокла. Телескоп, установленный для этой цели, называется *теодолитом*, что происходит от двух греческих слов *θεωρεῖν* *видеть* и *πῦξ* *путь* или *расстояние*.

Далее, телескоп является инструментом особой важности для проведения *телеграфа* и передачи *сигналов* всех видов. Без его помощи телеграфные депеши не могли бы быть переданы с точностью ни на сколько-нибудь значительное расстояние, ни в четыре раза быстрее, чем они передаются сейчас, и различных станций должно было бы быть чрезвычайно много. Но с помощью телескопа информация может передаваться по ряду телеграфов с большой скоростью. Двадцать семь телеграфов передают информацию из Парижа в Кале — на расстояние 160 миль - за 3 минуты; двадцать два - из Парижа в Лиль за 2 минуты; сорок шесть - из Страсбурга в Париж за 4 с половиной минуты; и восемьдесят - из Парижа в Брест за 10 минут. Во многих других случаях, которые происходят как на суше, так и на море, телескоп, по существу, необходим для обнаружения сигналов. *Маяк Белл-Рок*, например, расположен в 12 милях от Арброата и от любой другой части суши, так что невооруженным глазом невозможно различить какой-либо сигнал, который хранители этого маяка могли бы подать; но с помощью большого телескопа на вокзале в Арброате можно отчетливо различить подъем шара каждое утро в 9 часов утра, что указывает на то, что "Все хорошо".

Читателю легко придет в голову множество других применений этого инструмента в обычных жизненных операциях; и поэтому я упомяну только следующую цель, для которой он может быть применен, а именно:

*Для измерения расстояния до объекта с одной станции.* Это зависит от увеличения фокусного расстояния телескопа в случае ближних объектов. Посмотрите в подзорную трубу на объект, расстояние до которого требуется, и отрегулируйте фокусировку до тех пор, пока он не станет совершенно отчетливым; затем выдвиньте ящик, пока объект не станет неясным, и точно отметьте это место трубки. Затем вытягивайте трубку до тех пор, пока объект снова не начнет затемняться, а затем сделайте еще одну отметку, как и раньше. Затем возьмите среднюю точку между этими двумя отметками, и это будет точка, в которой изображение объекта формируется наиболее отчетливо; ее необходимо тщательно измерить с помощью объектива объекта и сравнить с солнечным фокусом объектива или телескопа, чтобы установить их разницу. И правило для определения расстояния таково: 'Поскольку разница между фокусным расстоянием объекта и солнечным фокусным расстоянием Равна солнечному фокусному расстоянию ::, то и фокусное расстояние объекта равно его истинному расстоянию от объектива объекта'. Приведенный пример сделает этот вопрос более понятным.

*рисунок 84.*



Пусть АВ (рис. 84.) - объектив объекта, ЕУ - глазное стекло, FС - радиус или фокус объектива АВ, а Сf - фокусное расстояние объекта ОВ, расстояние до которого необходимо измерить. Теперь предположим, что CF = 48 дюймов, или 4 фута, и что с помощью приведенного выше метода мы находим, что Cf равно 50 дюймам, тогда Ff равно 2 дюймам; и аналогия такова: поскольку Ff = 2, то CF = 48, то и Cf = 50, то CQ = 1200 дюймов, или 100 футов. Опять же, предположим, что Cf = 49 дюймов, тогда будет Ff = 1 дюйм; и пропорция равна, 1 : 48 :: 49 : 2352 = QC, или 196 футам. Однако телескоп с таким фокусным расстоянием будет измерять только небольшие расстояния. Но предположим, что АВ объектив, солнечный фокус которого равен 12 футам, или 144 дюймам; и что с помощью приведенного выше метода мы находим, что Cf, или фокусное расстояние объекта, равно 146 дюймам; тогда Ff будет 2 дюйма, и пропорция будет равна 2 : 144 :: 146 : 21024 дюйма, или 1752 фута = расстояние QC. Если с помощью такого большого телескопа мы рассмотрим объект ОВ и найдем Ff, но  $\frac{1}{10}$ -ю долю дюйма, это даст расстояние до объекта в 17292 фута или почти  $3\frac{1}{3}$  мили.

Поскольку разница между радиусом объектной линзы и фокусным расстоянием объекта столь значительна, что составляет 2 дюйма в трубке длиной 4 фута и более 12 дюймов в трубке длиной 12 футов, можно было бы разработать метод определения расстояния до ближайших объектов с помощью первой и более удаленных объектов с помощью последней, только путем осмотра. Это можно сделать, отрегулировав или проведя спиральную линию вокруг выдвижного ящика или трубы через *двухдюймовое пространство* в маленьком телескопе, и путем расчета измерьте ее на каждые 100 футов и промежуточные дюймы, и тогда, одновременно рассматривая объект, мы сможем увидеть расстояние до него на трубе. При проведении таких экспериментов достаточно обычного бинокля с большим фокусным расстоянием и единственного бинокля для глаз, поскольку перевернутый вид объекта не может вызвать больших неудобств.

## ГЛАВА VII.

### О СПОСОБЕ ШЛИФОВАНИЯ И ПОЛИРОВКИ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНЗ И ЗЕРКАЛ.

Первоначально я намеревался подробно остановиться на этом предмете, чтобы доставить удовольствие механикам и другим лицам, желающим развлечься конструированием телескопов и других оптических инструментов для собственного использования; но, так долго останавливаясь на теме телескопов на предыдущих страницах, я вынужден ограничиться очень общим наброском.

#### 1. Для шлифовки и полировки линз для очков, микроскопов и т.д.

Сначала подготовьте вертикальный шпиндель, в нижней части которого закреплен шкив, который должен вращаться колесом с помощью шнура и ручки. В верхней части шпинделя сделайте винт, такой же, как у шпинделя токарного станка, на который вы можете навинтить



упоры разных размеров, к которым может быть прикреплен латунный инструмент, с помощью которого будет шлифоваться линза. Определившись с шириной и фокусным расстоянием линзы, а также с тем, будет ли она плоской или двувыпуклой, возьмите кусок жести или листовой меди и циркулем нарисуйте дугу на ее поверхности, около одного из ее концов, с радиусом, равным фокусному расстоянию линзы, если предполагается, что она будет двувыпуклой, или с половиной этого расстояния, если она должна быть плосковыпуклой. Удалите напильником ту часть меди, на которой нет круглой дуги, и тогда образуется *выпуклый* калибр. С тем же радиусом нанесите удар по другой дуге и, удалив ту часть меди, которая находится *внутри* нее, получите *вогнутый* калибр. Латунный инструмент, с помощью которого шлифуется стекло, затем закрепляется на токарном станке и превращается в часть вогнутой сферы, соответствующую выпуклой форме. Чтобы придать вогнутому инструменту точную форму, обычно формуют выпуклый инструмент точно такого же радиуса, и они натираются друг на друга наждачной бумагой с мукой; и когда они точно совпадают, они пригодны для использования. Выпуклый инструмент будет служить для шлифования *вогнутых* стекол того же радиуса, и его следует время от времени шлифовать вогнутым инструментом, чтобы предотвратить изменение формы.

Следующее, на что следует обратить внимание, - это подготовить кусок стекла, подлежащий шлифовке, придав ему круглую форму с помощью больших ножниц и удалив шероховатости с его краев обычным точильным камнем. Грани стекла у краев также следует отшлифовать на точильном камне до тех пор, пока они не будут почти соответствовать вогнутому размеру, что значительно сэкономит труд при шлифовании инструмента. Следующее, что требуется, - это подготовить наждачную бумагу для шлифования, что делается следующим образом. Приготовьте четыре или пять чистых глиняных сосудов; наполните один из них водой и положите в него фунт или полфунта мелкого наждака и размешайте его палочкой; после чего дайте наждаку настояться 3-4 секунды, а затем перелейте в другой сосуд, который может настояться около 10 секунд; затем снова перелейте в несколько сосудов, пока вода не станет совершенно прозрачной; и таким образом получается наждак разной степени пробы, который нужно хранить отдельно друг от друга и обрабатывать в надлежащем порядке, начиная с первого и стирая все следы наждака. точильный камень; затем возьмите второй, следующий - третий и т. Д., держа стакан на сковороде или инструменте легкой рукой, когда он будет почти пригоден для полировки. Стекло при этой операции должно быть приклеено к деревянной ручке с помощью смолы или другого прочного цемента. После использования тончайшего наждака оставшуюся шероховатость можно убрать и слегка отполировать стекло толченой пемзой. Прежде чем приступить к полировке, стекло следует отшлифовать как можно ровнее, а все царапины стереть, иначе полировка превратится в утомительный процесс. Полировка выполняется следующим образом: Обвяжите инструмент куском льняной тряпки или тонкой ткани и смоченной водой тонкой замазкой (прокаленное олово) или купоросом (очень мелкий порошок, иногда называемый красной окисью железа) продолжайте шлифовать, и через короткое время будет получена превосходная полировка.

Чтобы очень точно отшлифовать линзы для самых тонких оптических целей, особенно объективные стекла для телескопов, вогнутый инструмент прочно прикрепляют к столу или верстаку, и стекло наносится на него вручную круговыми движениями, чтобы его центр никогда не выходил за края инструмента. За каждые 6 или 7 круговых ударов по стеклу должно наноситься 2 или 3 поперечных удара по диаметру инструмента и в разных направлениях; и пока продолжается операция, выпуклый инструмент следует по истечении пяти минут наносить на

вогнутый в течение нескольких секунд, чтобы сохранить одинаковую кривизну инструментов и стекла. Самый лучший лак обычно наносится следующим образом. Покройте вогнутый инструмент слоем смолы, затвердевшей с добавлением небольшого количества канифоли, толщиной  $\frac{1}{15}$  дюймов. Затем, взяв лист тонкой писчей бумаги, прижмите его к поверхности смолы выпуклым инструментом и быстро оторвите бумагу от смолы, пока она к ней не прилипла; и если поверхность смолы повсюду размечена линиями бумаги, она будет действительно сферической. Если на поверхности смолы осталось немного бумаги, ее можно стереть водой с мылом, и если следы от бумаги не должны появиться ни на одной ее части, операцию следует повторять до тех пор, пока полировщик или слой смолы не приобретут точную сферическую форму. Затем стекло обрабатывается на полировальной машине круговыми и поперечными движениями шпаклевкой или колькотаром до получения полной полировки. Когда одна сторона будет готова, стакан необходимо отделить от ручки, вставив острие ножа между ним и смолой и слегка погладив его. Смолу, оставшуюся на бокале, можно удалить, растерев ее небольшим количеством масла или винного спирта. Процесс полировки на ткани происходит медленнее, а полировка менее совершенна, чем на смоле; но этот способ лучше всего подходит для тех, у кого мало опыта и кто в первую очередь может повредить форму линзы, полируя ее слоем смолы.

## *2. О способе отливки и шлифования зеркала телескопов-отражателей.*

Первое, что следует учитывать при изготовлении телескопов-отражателей, - это *состав* металла, из которого изготовлены зеркала. Требуемые качества: — прочный однородный металл, без микроскопических пор; — не подверженный потускнению из-за поглощения влаги из атмосферы; — не настолько твердый, чтобы не поддаваться хорошей обработке и полировке; — не такой мягкий, чтобы его можно было легко поцарапать, и обладающий высокой отражающей способностью. Для этой цели использовались различные составы, образцами которых являются следующие: — Возьмите 32 унции хорошей шведской меди и, когда она расплавится, добавьте к ней  $14\frac{1}{2}$  унций зернистого олова; затем, сняв окалину, отлейте ее в слиток. Этот металл необходимо переплавить во второй раз, чтобы отлить зеркальце; но в таком сложном состоянии он расплавится при небольшом нагревании и, следовательно, не прокалит олово до состояния замазки. Его следует слить, как только он растает, не придавая ему большего тепла, чем это абсолютно необходимо. Лучший способ придать расплавленному металлу хорошую поверхность заключается в следующем: за мгновение до его слива бросьте в тигель ложку древесно-угольной пыли; сразу после этого металл необходимо размешать деревянной лопаткой и разлить по формам. — Ниже приведен другой состав, несколько похожий. Возьмите 2 части меди настолько чистой, насколько это возможно достать; ее необходимо расплавить в тигле отдельно. Затем положите в другой тигель 1 часть чистого зернового олова. Когда они оба расплавятся, смешайте и размешайте деревянной лопаткой, чтобы флюс хорошо ложился на расплавленную поверхность, чтобы предотвратить окисление, а затем быстро разлейте металл по формам, которые могут быть изготовлены из глинистого суглинка.

На композицию, предложенную более полувека назад преподобным мистером Эдвардсом, часто ссылались с особым одобрением. Этот джентльмен приложил немало усилий, чтобы найти наилучший состав и придать своим металлам прекрасную полировку и истинную параболическую фигуру. Его телескопы были опробованы доктором Маскелином, королевским астрономом, который обнаружил, что они значительно превосходят по яркости и в других

отношениях не уступают тем, что созданы лучшими мастерами. Они показали белый объект, совершенно белый, и все объекты их надлежащего цвета. Попробовав различные комбинации, он обнаружил, что лучшей является следующая: а именно 32 унции меди с 15 или 16 унциями зернистого олова (в зависимости от чистоты меди) с добавлением одной унции латуни, одной унции серебра и одной унции мышьяка. Это, утверждает он, сформирует металл, способный при надлежащей полировке отражать больше света, чем любой другой металл, который еще не был представлен общественности.

Преподобный Дж. Литтл в своих наблюдениях по этому поводу в 'Ирландских трудах' предлагает следующий состав, который, по его мнению, отвечает поставленной цели лучше, чем любой из тех, которые он пробовал, а именно— 32 части лучшего слитка меди, предварительно флюсованного черным флюсом, две части винного камня и одна часть селитры, 4 части латуни, 16 частей олова и 1/4 мышьяка. Если металл гранулировать, заливая его, когда он сначала расплавился, в воду, а затем сплавляя во второй раз, он будет менее пористым, чем в первый раз. В этом процессе главная цель состоит в том, чтобы точно определить точку насыщения меди и т. Д. Оловом. Ибо, если последнего добавить в слишком большом количестве, металл приобретет тусклый цвет и станет мягким; если его будет слишком мало, он не достигнет совершеннейшей белизны и непременно потускнеет.<sup>35</sup>

Когда металл отлит и подготовлен обычным точильным камнем для придания ему надлежащей формы, калибры и шлифовальные инструменты должны быть сформованы таким же образом, как ранее описано для линз, с той разницей, что радиус калибров всегда должен быть *вдвое* больше фокусного расстояния зеркала, поскольку фокус параллельных лучей при отражении составляет половину радиуса вогнутости. В дополнение к вогнутым и выпуклым инструментам, которые должны быть лишь немного шире самого металла, следует изготовить выпуклый эллиптический инструмент из свинца и олова с таким же радиусом, чтобы его поперечный диаметр соответствовал сопряженному диаметру от 10 до 9, причем последний в точности равен диаметру металла. Затем следует приступить к шлифовке зеркала на этом инструменте с помощью крупного наждачного порошка и воды, когда шероховатость устранена, перемещая зеркало по инструменту в разных направлениях, обходя стойку, на которой закреплен инструмент, держа зеркало за деревянную ручку, к которой оно приклеено. Затем его следует с большой осторожностью обрабатывать выпуклым латунным инструментом круговыми и поперечными ударами и наждачной бумагой разной степени наждачности — вогнутый инструмент иногда шлифуют по выпуклому, чтобы все они были одинакового радиуса, и когда с его поверхности будут удалены все царапины, он будет пригоден для окончательной полировки.

Когда металл будет готов к полировке, эллиптический инструмент нужно покрыть черной смолой толщиной около  $1/20$  дюймов, а полировщик сформировать таким же образом, как и в случае линз, либо с помощью вогнутого латунного инструмента, либо с помощью самого металла. Затем колкотар купороса следует растереть между двумя поверхностями стекла и сначала нанести значительное его количество на поверхность полировальной машины. Затем зеркало следует обычным способом наносить на полировальный инструмент до тех пор, пока оно не приобретет блестящий блеск, стараясь больше не использовать колкотар, если этого можно избежать, и только небольшое его количество, если это будет сочтено необходимым. Когда металл жестко перемещается на полировальной машине и колкотар приобретает темно-мутный оттенок, полировка продвигается с большой скоростью. Затем инструмент нагреется и, вероятно, прилипнет к зеркалу, если на мгновение прекратить его движение. Поэтому на этой

стадии процесса мы должны действовать с большой осторожностью, постоянно дыша на полировщик, пока трение не станет настолько сильным, что замедлит движение зеркала. Когда это произойдет, металл следует снять с инструмента с одной стороны, почистить мягкой кожей и поместить в тубу с целью проверки его работоспособности; и если полировка была проведена с осторожностью, будет обнаружено, что он имеет истинную *параболическую* форму.<sup>36</sup>

Раньше, прежде чем отнести зеркало к полировщику, его разглаживали на *заточном станке* или на выпуклом инструменте из лучшего синего камня, который часовщики используют для полировки своих изделий, который был на четверть больше металла, которым его шлифовали, и как можно точнее подогнан под калибр. Но этот инструмент обычно не считается абсолютно необходимым, за исключением случаев, когда в состав металла входят серебро и латунь, чтобы убрать шероховатость, которая остается после шлифовки наждаком.

*Попробовать фигурку из металла.*—Для этого зеркало должно быть помещено в трубу телескопа, для которого оно предназначено; и на расстоянии примерно 20 или 30 ярдов должна быть прикреплена часовая бумага или подобный предмет, на котором есть несколько очень тонких штрихов гравера. На картонной бумаге следует нарисовать схему в виде кольца, чтобы закрыть круглую часть средней части зеркала, между отверстием и окружностью, равную по ширине примерно  $\frac{1}{8}$  от его диаметра. Это бумажное кольцо должно быть закреплено в устье телескопа и оставаться таким в течение всего эксперимента. Аналогичным образом должны быть вырезаны два других круглых куска картонной бумаги таких размеров, чтобы один мог закрывать центр металла, полностью заполняя отверстие в кольцевой детали, описанной выше, а другой - такой круглый кусок, который должен точно заполнять трубку, и такой широкий, чтобы внутренний край только касался внешней окружности средней кольцевой детали. Все эти детали вместе полностью закроют отверстие телескопа. Снимите круглую деталь, закрывающую металлическую середину, и отрегулируйте прибор так, чтобы изображение было как можно более четким. Затем замените центральную деталь и снимите внешнюю кольцевую, благодаря чему будет видна только окружность зеркала; и сформированное теперь изображение будет состоять из лучей, отраженных от внешней стороны металла. Если два изображения, образованные этими двумя участками металла, идеально четкие и одинаково отчетливые, зеркало является совершенным и имеет истинную параболическую кривую. Если, напротив, изображение с внешней стороны металла не должно быть отчетливым и что необходимо *приблизить* маленькое зеркальце с помощью винта, металл еще не доведен до параболической формы; но если, чтобы обеспечить четкость, мы вынуждены отодвинуть маленькое зеркальце дальше, тогда фигура большого зеркальца была перенесена за пределы параболической формы и приняла гиперболическую форму.

*Для регулировки проушины григорианских отражателей.*—Если имеется только одно стеклышко, то расстояние между маленькими отверстиями должно быть как можно ближе к его фокусному расстоянию. Но в составных гюйгеновских окулярах расстояние до отверстия для глаза можно определить следующим образом: — Умножьте разницу между фокусным расстоянием стекла, расположенного рядом с зеркалом, и расстоянием между двумя очками на фокусное расстояние стекла, ближайшего к глазу; разделите полученное произведение на сумму фокусных расстояний двух линз, уменьшенных на их расстояние, и частное будет требуемым суммарным фокусным расстоянием. Таким образом, если фокусное расстояние линзы рядом с зеркалом составляет 3 дюйма, линзы рядом с глазом - 1 дюйм, а расстояние между ними - 2 дюйма, то суммарное фокусное расстояние от бинокля будет равно  $(3 - 2 \times 1)/(3 \times$

1 - 2) =  $\frac{1}{2}$  дюйма.—*Диаметр* отверстия для глаз всегда равен частному, полученному путем деления диаметра большого зеркала на увеличительную силу телескопа. Обычно это от  $\frac{1}{25}$ -я до  $\frac{1}{50}$ -я часть дюйма в диаметре. Во многих случаях необходимо получить *путем прямого эксперимента* точное определение места и размера глазного отверстия, поскольку от этого обстоятельства в определенной степени зависит точность работы прибора.

*Центрировать два зеркала григорианских отражателей.*—Протяните две тонкие нити или проволочки через отверстие трубы под прямым углом, чтобы они пересекались друг с другом точно по оси телескопа. Прежде чем кронштейн будет окончательно прикреплен к ползунку, поместите его в трубку, и через окуляр (без очков) пересечение поперечных проводов должно быть видно точно по центру отверстия кронштейна. Когда эта точность будет достигнута, надежно приклепайте рычаг и припаяйте его к ползунку.

*Центрировать линзы.*—Центрирование линз имеет большое значение, особенно для объективных стекол ахроматических инструментов. Хорошим методом считается следующий:—Закрепите линзу по центру на латунном патроне, отвернув середину так, чтобы она не касалась линзы, но ближе к краю, который будет скрыт при установке. Этот ободок очень аккуратно повернут плашмя в том месте, где он должен касаться стекла. Когда патрон с цементом нагреется, его заставляют быстро вращаться: во время движения подносят к нему зажженную свечу и внимательно наблюдают за ее отраженным изображением. Если на этом изображении есть какое-либо движение, линза не является плоской или центральной; поэтому к ней необходимо приложить кусок мягкого дерева на манер токарного инструмента до тех пор, пока свет не станет постоянным. Когда все остынет, края линзы необходимо обточить алмазом или отшлифовать наждачной бумагой.

Для получения более подробной информации о шлифовке и полировке зеркал и линз читателя отсылают к "Полной системе оптики" Смита, "Школе искусств" Имисона, *Гюйгенской опере*, Приложению Брюстера к "Лекциям Фергюсона", "Ирландским трудам", том X., или "Дневнику Николсона", том XVI, № 65, 66 за январь и февраль 1807 года.

## ЧАСТЬ III.

## О РАЗЛИЧНЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТАХ.

### ГЛАВА I.

#### *В МИКРОМЕТРАХ.*

Микрометр — это инструмент, прикрепленный к телескопу для измерения небольших пространств на небе, таких как промежутки между двумя звездами и диаметры солнца, луны и планет, с помощью которого *видимая величина* всех объектов, наблюдаемых в телескопы, может быть измерена с большой точностью.

Существуют различные описания этих инструментов, изготовленных из различных материалов и в различных формах, основное разнообразие которых составляют следующие. *Проволочный микрометр* — *Паутинный микрометр* — *предметное стекло micrometer* — *Divided eye-glass micrometer* — *Ramsden's Catoptric micrometer* — *Rochon's crystal micrometer* — *Maskelyne's Призматический микрометр Маскелайна* — *микрометрический телескоп Брюстера* — *микрометр с лампой сэра У. Гершеля* — *Перламутровый микрометр Кавалло.* , и несколько других. Но вместо того, чтобы пытаться дать даже общее описание этих инструментов, я

ограничусь лишь очень кратким описанием *микрометра* Кавалло, поскольку его конструкция будет легко понятна широкому кругу читателей, поскольку это один из самых простых из этих инструментов, и он настолько дешев, что его можно приобрести за несколько шиллингов; в то время как некоторые из упомянутых сейчас инструментов настолько дороги, что стоят почти столько же, сколько сносно хороший телескоп.<sup>37</sup>

Этот микрометр состоит из тонкой и узкой полоски мелкоизмельченного перламутра, который помещается в фокус окуляра телескопа, как раз там, где формируется изображение объекта; и его можно наносить либо на отражающий, либо на преломляющий телескоп, при условии, что окуляр представляет собой выпуклую линзу. Он имеет ширину около 20 частей дюйма и толщину обычной писчей бумаги, разделен на равные части параллельными линиями, каждая пятая и десятая из которых немного длиннее остальных. Самый простой способ закрепить его - прикрепить к диафрагме, которая обычно находится внутри трубки, и в фокусе монокля. Зафиксированный таким образом, если вы смотрите через монокль, деления микрометрической шкалы будут казаться очень четкими, если только диафрагма не находится точно в фокусе монокля, и в этом случае ее необходимо переместить в нужное место; - или микрометр можно поместить точно в фокус хрусталика, вставив круглый лист бумаги, карточку или с помощью воска. Если человек не желает постоянно видеть микрометр в поле зрения телескопа, то микрометрическая шкала, вместо того чтобы крепиться к диафрагме, может быть прикреплена к круглой перфорированной пластине из латуни, дерева или даже бумаги, которую иногда можно надевать на указанную диафрагму. Один из имеющихся у меня микрометров, содержащий 600 делений в дюйме, помещен в отдельную окулярную трубку со специальным стеклом, которое вставляется в окуляр телескопа, когда вынимается его собственное стекло.

*Чтобы определить величину делений этого микрометра.*—Направьте телескоп на солнце и понаблюдайте, на сколько делений микрометра точно измеряется его диаметр. Затем возьмите из Морского календаря диаметр солнца за день, в который производилось наблюдение. Разделите его на вышеупомянутое количество делений, и частное будет равно значению одного деления микрометра. Таким образом, предположим, что  $26\frac{1}{2}$  деления микрометра измеряют диаметр солнца, и что Морской календарь дает для измерения того же диаметра 31: 22, или 1882 год. Разделите 1882 год на 26,5, и частное составит 71, или 1: 11, что соответствует значению в одно деление микрометра; удвоенное значение этого значения равно двум делениям, и так далее. Величина делений также может быть установлена по прохождению экваториальной звезды через определенное количество делений за определенное время. Звезды, наилучшим образом расположенные для этой цели, следующие:  $\delta$  в Ките,  $37^\circ: 3\frac{1}{3}$ , декабрь 37: 50 С;  $\delta$  в Орионе,  $80^\circ: 11: 42$ , декабрь 28: 40 С; Н.э. Но следующий метод определения величины делений является наиболее простым и точным:—в

Отметьте на стене или в другом месте длину в *шесть дюймов*, что можно сделать, разделив две точки или линии на шесть дюймов друг от друга или закрепив шестидюймовую линейку на подставке. Затем поместите телескоп перед ним так, чтобы линейка или шестидюймовый отрезок располагались под прямым углом к направлению телескопа и на расстоянии всего 57 футов  $3\frac{1}{2}$  дюйма от оптического стекла телескопа; после этого посмотрите в телескоп на линейку или другой шестидюймовый отрезок и обратите внимание, сколько делений микрометра ему равно, и это же количество делений равно половине градуса, или 30; и это все, что необходимо для требуемого определения. Причина этого в том, что расширение в шесть

дюймов уменьшает угол в 30 на расстоянии 57 футов  $3\frac{1}{2}$  дюйма, как можно легко вычислить из правил плоской тригонометрии.

рисунок 85.



На рис. 85 показана эта микрометровая шкала, но она в четыре раза больше реальной, которая была адаптирована к трехфутовому ахроматическому телескопу с 84-кратным увеличением. Деления на нем составляют 200-ю долю дюйма, которые простираются от одного края шкалы примерно до середины, за исключением каждого пятого и десятого деления, которые длиннее. Два деления этой шкалы почти равны одной минуте; и поскольку четверть одного из этих делений может быть различена путем оценки, следовательно, угол, равный  $\frac{1}{8}$  минут, или  $7\frac{1}{2}$ , может быть измерен с ее помощью. Когда телескоп увеличивает больше, деления микрометра должны быть более мелкими. Когда фокус окуляра телескопа короче половины дюйма, микрометр может быть разделен на 500 долей дюйма; с помощью этого, а также телескопа, увеличенного примерно в 200 раз, можно легко и точно измерить угол, меньший половины секунды. С другой стороны, когда телескоп увеличивает не более чем в 30 раз, деления не обязательно должны быть такими мелкими. В одном из карманных телескопов Доллона, длина которого, когда его извлекают для использования, составляет всего 14 дюймов, вполне достаточно микрометра с сотыми долями дюйма, и одно из его делений равно немногим менее 3 минутам, так что с его помощью можно измерить угол в минуту. Предположим, что  $11\frac{1}{2}$  из этих делений равны 30 или 23 градусам - любой другой угол, измеренный любым другим количеством делений, определяется пропорцией. Таким образом, предположим, что диаметр солнца, видимого в тот же телескоп, равен 12 делениям, скажем,  $11\frac{1}{2}$  делений: равны 30 минутам :: то есть 12 делений : равны  $((12 \times 30)/11.5)$  31.3, каков требуемый диаметр солнца.

*Практическое применение этого микрометра.*—Этот микрометр может применяться для следующих целей: 1. Для измерения видимых диаметров Солнца, Луны и планет. 2. Для измерения видимых расстояний спутников от их основных точек. 3. Для измерения острых краев Луны во время затмений. 4. Для измерения видимых расстояний между двумя соседними звездами — между звездой и планетой — между звездой и луной - или между кометой и соседними звездами, чтобы определить ее путь. 5. Для нахождения разницы в склонении смежных звезд, когда они имеют почти одинаковое относительное восхождение. 6. Для измерения небольших возвышений или впадин объектов над и под горизонтом. 7. Для измерения пропорциональных частей зданий и других объектов на перспективном чертеже. 8. Для определения того, приближается ли корабль в море или какой-либо движущийся объект или удаляется от него; ибо, если кажется, что угол, на который падает объект, увеличивается, это показывает, что объект приближается, а если кажется, что угол уменьшается, это указывает на то, что объект удаляется от нас. 9. Для определения реальных расстояний до объектов известной протяженности и, следовательно, для измерения высот, глубин и горизонтальных



расстояний. 10. Для измерения реальных протяженностей объектов, когда их расстояния известны. 11. Для измерения расстояния и размера объекта, когда ни то, ни другое неизвестно.

Когда микрометр приспособлен к тем телескопам, которые имеют четыре стекла в окуляре, и *когда используется только окулярная трубка*, его можно применять для следующих целей:-1. Для измерения реальных или линейных размеров небольших объектов, а не углов. Ибо, если трубку отвинтить от остальной части телескопа и приложить к небольшим предметам, она будет служить микроскопом, имеющим значительную увеличительную силу, как мы уже показали (стр. 348); и микрометр в этом случае будет измерять линейные размеры объекта, такие как диаметр волоса, длина блохи или конечностей насекомого. Чтобы найти значение делений для этой цели, нам нужно всего лишь приложить линейку, разделенную на десятые доли дюйма, к концу трубки и, глядя через трубку, наблюдать, сколько делений микрометра отмеряет одна десятая дюйма на линейке, что даст требуемое значение. Таким образом, если 30 делений равны  $\frac{1}{10}$ -й части дюйма, то 300 из них должны быть равны 1 дюйму, а одно деление равно  $\frac{1}{300}$ -й части дюйма. 2. Для измерения увеличительной способности других телескопов. Это делается путем измерения диаметра светового пучка на окуляре рассматриваемого телескопа. Ибо, если мы разделим диаметр линзы объекта на диаметр этого светового пучка, частное будет выражать, во сколько раз телескоп увеличивается в диаметре. Таким образом, предположим, что 300 делений микрометра равны кажущейся протяженности в 1 дюйм — что луч света измеряется на 4 из этих делений — и что диаметр линзы объекта составляет 1 дюйм и 2 десятых: —Умножьте 1,2 на 300, и произведение 360, деленное на 4, даст 90 для увеличительной силы телескопа.

*Проблемы, которые могут быть решены с помощью этого микрометра.* I. Угол, не превышающий одного градуса, который уменьшается на расстояние 1 фута, задается для определения расстояния от места наблюдения: —Правило 1. Если угол выражать, скажем, в минутах, поскольку данный угол : равен 60 ::, то есть 687,55 : пропорционально четвертой, что дает ответ в дюймах. 2. Если угол выражать, скажем, в секундах, как заданный угол: равен 3600 ::, то есть 687,55 в четвертой пропорции, которая выражает ответ в дюймах. 3. Если угол выражен в минутах и секундах, переведите все это в секунды и действуйте, как описано выше. Например, на каком расстоянии находится земной шар диаметром 1 фут, когда он отклоняется на угол в 2 секунды?  $2 : 3600 :: 687.55 : (3600 \times 687.55)/2 = 1237596$  дюймы, или  $103132\frac{1}{2}$  фута = требуемый ответ. II. Задается угол, уменьшаемый любым известным удлинением, чтобы найти его расстояние от места наблюдения. Правило, Действуйте так, как если бы удлинение составляло один фут, по задаче I, и назовите ответ В; тогда, если рассматриваемое удлинение выражается в дюймах, скажем, как 12 дюймов : относятся к этому удлинению :: так же как и В : к четвертой пропорции, что является ответом в дюймах. Но если длина, о которой идет речь, выражена в футах, тогда нам нужно только умножить ее на В, и произведение будет ответом в дюймах.—Например, на каком расстоянии находится человек ростом 6 футов, когда кажется, что он отклоняется на угол 30? В задаче I, если бы рост человека составлял 1 фут, расстояние составляло бы 82506 дюймов; но поскольку рост человека составляет 6 футов, следовательно, умножьте 82506 на 6, и произведение составит требуемое расстояние, а именно 495036 дюймов, или 41253 фута.

Для большего удобства, особенно в путешествиях, когда у вас нет возможности произвести такие вычисления, были рассчитаны следующие две таблицы; первая из которых показывает расстояние, соответствующее любому углу от одной минуты до одного градуса, которое



уменьшается человеком, чей рост считается равным 6 футам, потому что в среднем таков рост человека, одетого в шляпу и обувь. Эти таблицы могут быть записаны на карточке и всегда храниться наготове с помощью карманного телескопа, оснащенного микрометром. Они используются для определения расстояний без каких-либо вычислений; и они рассчитаны только с точностью до минут, потому что с помощью карманного телескопа и микрометра невозможно измерить угол более точно, чем с точностью до минуты. Таким образом, если мы хотим измерить протяженность улицы, пусть в конце улицы будет установлена футовая линейка; измерьте ее угловую форму, которая, предположим, равна 36, и в таблице мы получим требуемое расстояние от 36, что составляет 95½ футов. Таким образом, мужчина, который кажется 49-летним, находится на расстоянии 421 фута. Опять же, предположим, что ствол дерева, который, как известно, имеет 3 фута в диаметре, наклонен под углом 9½. Возьмите из таблицы число, соответствующее 9, а именно 382, и вычтите из него пропорциональную часть за полминуты, а именно 19,1, которая, будучи вычтенной из 382, оставляет 362,9. Это, умноженное на 3, диаметр дерева, дает 1087,7 фута = расстояние от объекта до конца телескопа.

Углы, сглаженные при разгибании *одной* стопы на разном расстоянии.

| Углы в<br>минутах. | Расстояния<br>в футах. | Углы в<br>минутах. | Расстояния<br>в футах. |
|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| 1                  | 3438                   | 31                 | 110.9                  |
| 2                  | 1719                   | 32                 | 107.4                  |
| 3                  | 1146                   | 33                 | 104.2                  |
| 4                  | 859.4                  | 34                 | 101.1                  |
| 5                  | 687.5                  | 35                 | 98.2                   |
| 6                  | 572.9                  | 36                 | 95.5                   |
| 7                  | 491.1                  | 37                 | 92.9                   |
| 8                  | 429.7                  | 38                 | 90.4                   |
| 9                  | 382                    | 39                 | 88.1                   |
| 10                 | 343.7                  | 40                 | 85.9                   |
| 11                 | 312.5                  | 41                 | 83.8                   |
| 12                 | 286.5                  | 42                 | 81.8                   |
| 13                 | 264.4                  | 43                 | 79.9                   |
| 14                 | 245.5                  | 44                 | 78.1                   |
| 15                 | 229.2                  | 45                 | 76.4                   |
| 16                 | 214.8                  | 46                 | 74.7                   |
| 17                 | 202.2                  | 47                 | 73.1                   |
| 18                 | 191                    | 48                 | 71.6                   |
| 19                 | 181                    | 49                 | 70.1                   |
| 20                 | 171.8                  | 50                 | 68.7                   |
| 21                 | 162.7                  | 51                 | 67.4                   |

Углы, уменьшенные удлинением на *шесть* футов на разных расстояниях.

| Углы в<br>минутах. | Расстояния<br>в футах. | Углы в<br>минутах. | Расстояния<br>в футах. |
|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| 1                  | 20626.8                | 31                 | 665.4                  |
| 2                  | 10313.                 | 32                 | 644.5                  |
| 3                  | 6875.4                 | 33                 | 625.                   |
| 4                  | 5156.5                 | 34                 | 606.6                  |
| 5                  | 4125.2                 | 35                 | 589.3                  |
| 6                  | 3437.7                 | 36                 | 572.9                  |
| 7                  | 2946.6                 | 37                 | 557.5                  |
| 8                  | 2578.2                 | 38                 | 542.8                  |
| 9                  | 2291.8                 | 39                 | 528.9                  |
| 10                 | 2062.6                 | 40                 | 515.6                  |
| 11                 | 1875.2                 | 41                 | 503.1                  |
| 12                 | 1718.8                 | 42                 | 491.1                  |
| 13                 | 1586.7                 | 43                 | 479.7                  |
| 14                 | 1473.3                 | 44                 | 468.8                  |
| 15                 | 1375.                  | 45                 | 458.4                  |
| 16                 | 1298.1                 | 46                 | 448.4                  |
| 17                 | 1213.3                 | 47                 | 438.9                  |
| 18                 | 1145.9                 | 48                 | 429.7                  |
| 19                 | 1085.6                 | 49                 | 421.                   |
| 20                 | 1031.4                 | 50                 | 412.5                  |
| 21                 | 982.2                  | 51                 | 404.4                  |

|    |       |    |      |    |       |    |       |
|----|-------|----|------|----|-------|----|-------|
| 22 | 156.2 | 52 | 66.1 | 22 | 937.6 | 52 | 396.7 |
| 23 | 149.4 | 53 | 64.8 | 23 | 896.8 | 53 | 389.2 |
| 24 | 143.2 | 54 | 63.6 | 24 | 859.4 | 54 | 381.9 |
| 25 | 137.5 | 55 | 62.5 | 25 | 825.  | 55 | 375.  |
| 26 | 132.2 | 56 | 61.4 | 26 | 793.3 | 56 | 368.3 |
| 27 | 127.3 | 57 | 60.3 | 27 | 763.9 | 57 | 361.9 |
| 28 | 122.7 | 58 | 59.1 | 28 | 736.6 | 58 | 355.6 |
| 29 | 118.5 | 59 | 58.2 | 29 | 711.3 | 59 | 349.6 |
| 30 | 114.6 | 60 | 57.3 | 30 | 687.5 | 60 | 343.7 |

Таким образом, расстояние до значительно удаленного объекта, такого как город или здание на расстоянии 10 или 12 миль, может быть определено очень близко; при условии, что у нас есть линейные размеры дома или другого объекта, расположенного под прямым углом к линии обзора. Подобным же образом можно легко определить ширину реки, морского рукава или расстояние до маяка, высота которого над морем или любой другой точкой известна.

## ГЛАВА II.

### *НА ЭКВАТОРИАЛЬНОМ ТЕЛЕСКОПЕ ИЛИ ПЕРЕНОСНОЙ ОБСЕРВАТОРИИ.*

Экваториальный инструмент предназначен для решения ряда полезных задач в практической астрономии, независимо от какой-либо конкретной обсерватории. Помимо соответствия общему назначению квадранта, транзитного прибора, теодолита и азимутального прибора, это почти единственный инструмент, приспособленный для наблюдения за звездами и планетами *в дневное время* и для отслеживания их видимых суточных движений. Его можно использовать в любом стационарном помещении или месте, и он выполняет большинство полезных задач в астрономической науке.

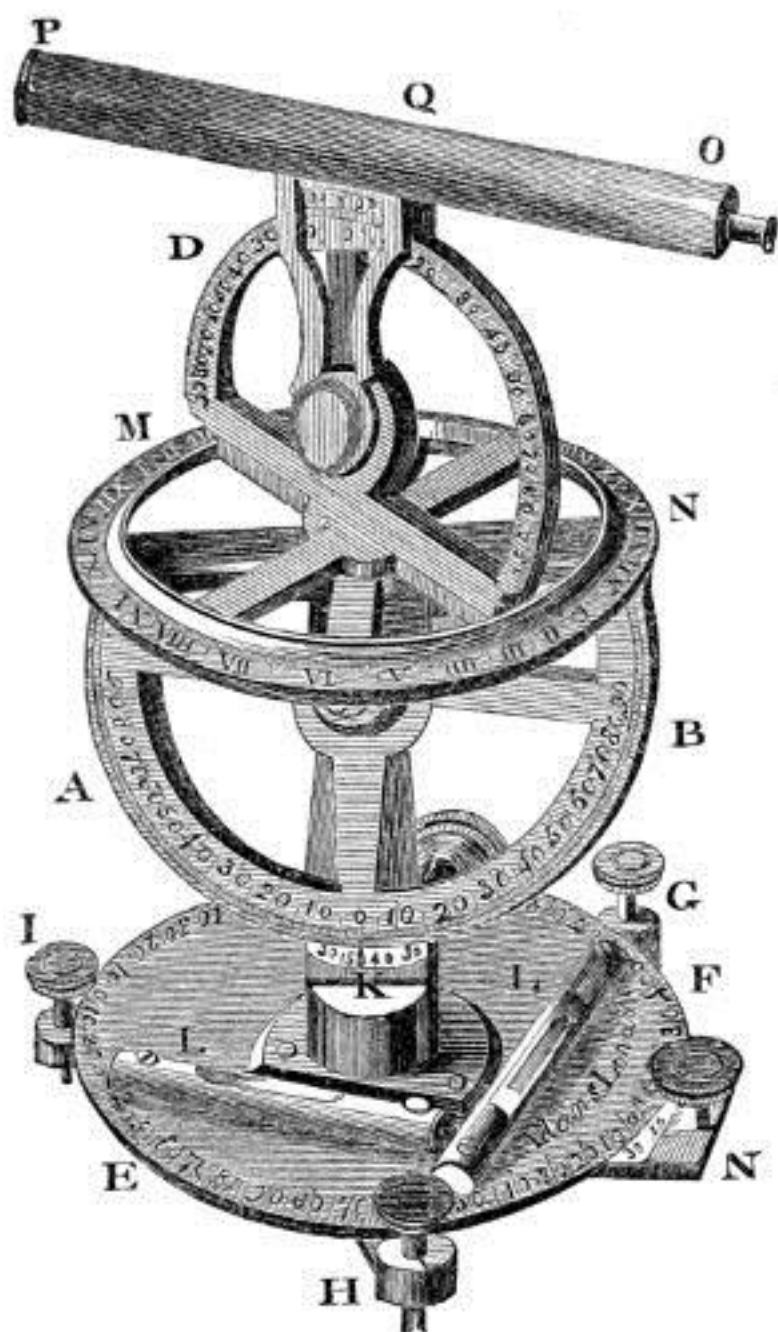
Основой всех экваториальных инструментов является вращающаяся ось, расположенная параллельно оси земли, с помощью которой прикрепленный телескоп позволяет следить за звездой или другим небесным телом по дуге его суточного обращения без необходимости многократной корректировки изменения высоты, чего требуют квадранты и окружности с вертикальной и горизонтальной осями. Такой инструмент не только удобен для многих полезных и интересных целей при наблюдениях за небесными телами, но и существенно необходим в определенных случаях, в частности, при исследовании и измерении взаимного положения двух соприкасающихся тел или при определении диаметров планет, когда используется паутинный микрометр.

Предполагается, что Кристофер Шайнер был первым астрономом, который в 1620 году использовал полярную ось, но без какого-либо дополнения в виде градуированных кругов. Однако только в середине прошлого века были предприняты попытки сконструировать какие-либо инструменты такого рода, достойные этого названия. В 1741 году мистер Генри Хиндли, часовой мастер из Йорка, добавил к полярной оси экваториальную пластину, квадрант высоты и полукруг склонения; но когда в 1748 году этот механизм был отправлен в Лондон на продажу,

он оставался непроданным в течение 13 лет. Мистер Шорт, оптик, опубликовал в "Philosophical Transactions" за 1750 год "описание экваториального телескопа", который был отражающего типа и устанавливался на комбинацию кругов и полукругов, которые были достаточно прочными, чтобы поддерживать трубу, и зеркало григорианской конструкции с фокусным расстоянием 18 дюймов. Этот инструмент представлял собой несколько громоздкий и дорогой механизм, изображение которого можно увидеть в третьем томе *"Британской философии, или системы ньютоновской философии"* Мартина. С тех пор Нэрн, Доллонд, Рамсден, Тротон и другие художники внесли различные модификации в этот инструмент; но даже в настоящее время он так и не вошел в широкое употребление, хотя это один из самых приятных и полезных инструментов, связанных с астрономическими наблюдениями.

Поскольку многие из этих приборов несколько сложны и очень дороги, я обращаю внимание читателя исключительно на тот, который я считаю наиболее простым, который можно приобрести за умеренные деньги и который достаточно точен для *общих* наблюдений.

*рисунок 86.*



Этот инструмент состоит из следующих частей: *Горизонтального круга* EF (рис. 86), разделенного на четыре сектора по 90 градусов каждый. В точке N зафиксирован нониус; и окружность можно поворачивать вокруг оси. В центре горизонтального круга закреплен прочный вертикальный столб, который поддерживает центр вертикального полукруга AB, разделенного на два квадранта по 90 градусов каждый. Это называется *полукругом высоты*, и в любое время он может служить квадранту для измерения высот или впадин. У него есть пластина Нониуса в точке К. Под прямым углом к плоскости этого полукруга прочно закреплен *экваториальный круг* MN. Он представляет экватор и делится дважды на 12 часов, причем каждый час делится на 12 частей по 5 минут каждая. По экваториальному кругу движется другой круг со скошенным краем, несущий нониус, с помощью которого деления на экваторе можно считать с точностью до одной минуты; и под прямым углом к этому подвижному

кругу закреплен *полукруг склонения D*, разделенный на два квадранта по 90 градусов каждый. Телескоп РО, установленный над этим кругом, прикреплен к указателю, перемещаемому по полукругу склонения, и имеет нониус, противоположный Q. Телескоп оснащен 2 или 3 гюйгеновскими окулярами, а также диагональным окуляром для наблюдения объектов, находящихся вблизи зенита. Наконец, на горизонтальном круге установлены 2 спиртовых уровня, расположенных под прямым углом друг к другу, с помощью которых этот круг становится идеально ровным при проведении наблюдений.

*Чтобы отрегулировать экваториал для наблюдения.* Установите прибор на прочную подставку. Затем для регулировки уровней и горизонтального круга: —Поворачивайте горизонтальный круг до тех пор, пока начало О делений не совпадет со средним штрихом нониуса или рядом с ним. В этой ситуации будет обнаружено, что один из уровней лежит либо по прямой линии, соединяющей 2 ножных винта, которые находятся ближе всего к нониусу, либо параллельно такой прямой линии. С помощью двух последних винтов зафиксируйте пузырь в уровне посередине стакана; затем поверните горизонтальный круг наполовину, поднеся другое "О" к нониусу; и если пузырь остается посередине, как и раньше, уровень отрегулирован хорошо; если этого не происходит, исправьте положение уровня, повернув один или оба винта, которые проходят через его концы, пока пузырь не переместится наполовину на расстояние, на которое он должен прийти, чтобы достичь середины, и заставьте его сдвинуться наполовину, повернув уже упомянутые крепежные винты. Верните горизонтальный круг в исходное положение, и, если регулировка была произведена правильно, пузырь останется посередине; в противном случае процесс следует повторять до тех пор, пока он не подтвердит свою точность. Затем поверните горизонтальный круг так, чтобы угол 90 ° был противоположен нониусу; и с помощью ножного винта, расположенного непосредственно напротив других 90 °, добейтесь того, чтобы пузырь того же уровня находился в середине стакана. Наконец, с помощью соответствующих винтов установите другой уровень, чтобы пузырь мог занимать середину стакана.

*Для регулировки угла обзора.* Установите нониус на полукруге склонения в положении О, нониус на хорарном круге в положении VI и нониус на полукруге высоты в положении 90. Посмотрите в телескоп на какую-нибудь часть горизонта, где есть множество удаленных объектов. Выровняйте горизонтальный круг, а затем понаблюдайте, какой объект появляется в центре перекрещивающихся проводов или в центре поля зрения, если проводов нет. Переверните полукруг высоты так, чтобы остальные 90 ° могли относиться к нониусу; в то же время следите за тем, чтобы остальные три нониуса оставались в тех же частях своих соответствующих градаций, что и раньше. Если удаленный объект по-прежнему виден в центре поперечных проводов, линия обзора правильно скорректирована.

*Чтобы найти поправку, которая будет применена к наблюдениям, по полукругу высоты.* Установите нониус на полукруге склонения на 0, а нониус на хорарном круге на XII; направьте телескоп на любой неподвижный и удаленный объект, перемещая горизонтальный круг и полукруг высоты, и ничего больше; отметьте градус и минуту высоты или понижения; измените полукруг склонения на противоположный XII; снова направьте телескоп на тот же объект с помощью горизонтального круга и полукруга высоты, как и раньше. Если его высота или углубление такие же, как наблюдались в другом месте, никакой коррекции не потребуется; но, в противном случае, половина разницы двух углов - это поправка, которая должна быть добавлена ко всем наблюдениям, сделанным в том квадранте или половине полукруга, который

показывает наименьший угол, или которая должна быть вычтена из всех наблюдений, сделанных в другом квадранте или половине полукруга. Когда уровни и другие корректировки однажды будут действительно произведены, они будут сохраняться в порядке в течение длительного времени, если не будут нарушены насильственным путем; и поправка, применяемая к полукругу высоты, является постоянной величиной.

*Описание нониуса.* Нониус, иногда называемый *верньером*, — это название, данное устройству для деления дуг квадрантов и других астрономических инструментов. Это зависит от простого обстоятельства, что если любую линию разделить на равные части, длина каждой части будет тем больше, чем меньше делений; и наоборот, она будет меньше пропорционально тому, что этих делений больше. Таким образом, в описанном теперь экваториальном направлении расстояние между двумя крайними штрихами на нониусе в точности равно 11 градусам на лимбе, но оно разделено на 12 равных частей. Следовательно, каждая из этих последних частей будет короче, чем *градус* на конечности в соотношении 11 к 12, то есть она будет на  $\frac{1}{12}$ -ю часть, или на 5 минут короче. Следовательно, если средний штрих установлен точно напротив любого градуса, относительное положение нониуса и лимба должно быть изменено на 5 минут градуса, прежде чем любой из двух соседних штрихов, следующих за серединой нониуса, можно будет привести к совпадению с ближайшим штрихом градуса; и точно так же второй штрих нониуса потребует изменения на 10 минут, третий - на 15 и так далее до 30, когда будет видно, что средняя линия нониуса находится на равном расстоянии между двумя штрихами на лимбе; после чего линии на противоположной стороне нониуса будут изменены. нониус будет последовательно совпадать с ударами по конечности. Из этого ясно, что всякий раз, когда средний штрих нониуса не находится точно напротив какого—либо градуса, нечетные минуты — или расстояние между ним и градусом, непосредственно предшествующим - могут быть известны по *номеру* штриха, отмеченного на нониусе, который совпадает с любым из штрихов на конечности.<sup>38</sup> В некоторых инструментах пластинка нониуса имеет делений меньше, чем количество частей на линейке, которой она равна; но как только будет получено четкое представление о принципе работы любого нониуса, будет легко перенести его на любой другой режим, в котором сконструирован этот инструмент.

*Найти по этому экватору ЛИНИЮ МЕРИДИАНА и время, ИСХОДЯ ИЗ ОДНОГО НАБЛЮДЕНИЯ СОЛНЦА.* Для этого необходимо, чтобы было известно склонение солнца и широта места. Склонение солнца на каждый день можно найти в Навигационном календаре или любых других астрономических эфемеридах; а широту места можно определить с помощью полукруга высоты, когда телескоп направлен на солнце или известную неподвижную звезду. Точно так же необходимо производить наблюдение, когда азимут и высота солнца быстро меняются; и это обычно имеет место тем дальше, чем светило находится от меридиана: —Следовательно, на расстоянии 3 или 4 часов, либо до, либо после полудня, (летом) отрегулируйте горизонтальный круг; установите полукруг высоты так, чтобы его ноний находился на одной широте с местом; проложите плоскость последнего упомянутого полукруга на меридиане, по приблизительной оценке, так, чтобы его 0 было направлено к опущенному полюсу; поместите ноний полукруга склонения на противоположный полюс. к склонению, будь то северное или южное. Затем направьте телескоп в сторону солнца, частично перемещая полукруг склонения по оси экваториального круга, а частично перемещая горизонтальный круг по его собственной оси. Есть только одно из них, которое позволяет видеть солнце точно в середине поля зрения. Когда это положение получено, нониус на экваториальном круге показывает *видимое время*, а *круг*

*высоты находится в плоскости меридиана.* Когда это положение установлено, меридиан может быть установлен по наземному знаку на некотором расстоянии.

С помощью экваториального прибора, почти подобного тому, который сейчас описан, я ранее выполнил серию *"дневных наблюдений"* за небесными телами", которые первоначально были опубликованы в томе 36 "Журнала натурфилософии Николсона" и которые занимают двадцать страниц этого журнала. Некоторые из этих наблюдений я изложу читателю после того, как объясню, каким образом они сделаны.

Инструмент был изготовлен господами У. и С. Джонсами, оптиками, Холборн, Лондон. Телескоп, который первоначально сопровождал прибор, представлял собой ахроматический рефрактор с фокусным расстоянием в  $8\frac{1}{2}$  дюйма и диаметром в один дюйм. Этот телескоп, не обладавший достаточно высокой силой увеличения для предполагаемых наблюдений, впоследствии был заменен другим телескопом, имеющим объективное стекло с фокусным расстоянием 20 дюймов и диаметром  $1\frac{1}{2}$  дюйма, которое было присоединено к экваториальному оборудованию вместо малого телескопа. Он был оснащен увеличением в 15, 30, 45, 60 и 100 раз. Прибор был установлен на прочном пьедестале высотой около трех футов. В ножках этого пьедестала были короткие железные штыри, которые вставлялись в соответствующие отверстия в полу комнаты, примыкающей к южному окну, так что, когда направление меридиана было найдено и круги должным образом отрегулированы, инструменту не грозила опасность смещения с этого положения. Хотя этот инструмент обычно стоял лицом к южной части неба, экваториальную часть вместе с телескопом иногда можно было переместить в другое положение, обращенное к северу и северо-западу, для наблюдения за звездами в этих частях.

*Способ наблюдения звезд и планет днем со стороны экватора.* Прежде чем можно будет произвести такие наблюдения, полукруг высоты должен быть нанесен на меридиан, а градус и минута, указанные нониусом на горизонтальном круге, когда он находится в этом положении, должны быть занесены в книгу, чтобы его можно было снова поместить в то же положение, если впоследствии произойдет какое-либо нарушение. Полукруг высоты должен быть установлен на параллельной широте места, то есть на той широте, которая требуется для  $90^\circ$ . Предположим, что широта места наблюдения равна  $52^\circ 30'$  северной широты, эта широта, вычитаемая из  $90^\circ$ , оставляет  $37^\circ 30'$  для параллели; и, следовательно, полукруг высоты, на котором зафиксирован экваториальный круг, должен быть увеличен до  $37^\circ 30'$ , и тогда экваториальный круг на приборе совпадает с экватором на небесах. Наконец, телескоп должен быть настроен на полукруг склонения таким образом, чтобы он точно соответствовал склонению рассматриваемого небесного тела. Если объект находится на экваторе, телескоп устанавливается по индексу в 0 на полукруге склонения или в средней точке между двумя квадрантами, а затем, когда телескоп вместе с полукругом склонения перемещается справа налево или наоборот, он описывает дугу экватора. Если тело наклонено к северу, телескоп наводится на северное деление полукруга; если на юг, то на южную его часть.

После внесения этих корректировок учитывается разница между прямым восхождением солнца и наблюдаемым телом; и если Прямое восхождение тела больше, чем у солнца, вычтите разницу из времени наблюдения; если нет, прибавьте ко времени наблюдения.<sup>39</sup> Остаток в одном случае или сумма в другом будут представлять собой час и минуту, на которые должен быть установлен ноний на экваториальной окружности; после этого телескоп укажет на звезду

или планету, на склонение которой настроен инструмент. Когда небесное тело обнаруживается таким образом, за ним можно следить в его суточном движении в течение нескольких часов, или до тех пор, пока оно остается над горизонтом. Ибо, поскольку суточное движение звезды параллельно экватору, движение телескопа по экваториальной окружности всегда будет происходить по суточной дуге звезды; и если оно покинуло поле зрения телескопа на какое-либо значительное время, его можно снова восстановить, перемещая телескоп вперед в соответствии со временем, прошедшим с тех пор, как оно было видно в поле зрения. Мы можем проиллюстрировать то, что сейчас было сказано, одним или двумя примерами. Предположим, 30 апреля 1841 года в 13 часов пополудни мы захотели увидеть звезду *Альдебаран*. Прямое восхождение этой звезды составляет  $4^{\text{ч}} 27^{\text{м}}$ ; а прямое восхождение солнца в этот день в полдень, как указано в "Эфемеридах Уайта" или "Морском альманахе", составляет  $2^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$ . Вычтите это последнее число из  $4^{\text{ч}} 27^{\text{м}}$ , а оставшееся значение  $1^{\text{ч}} 57^{\text{м}}$  показывает, что звезда подходит к меридиану в этот день в 57 минут первого пополудни, а поскольку время наблюдения равно 13 часам дня, ноний, который движется по экваториальной окружности, должен быть установлен на 3 минуты первого XI, поскольку звезда находится в этот час в 57 минутах от меридиана. Склонение Альдебарана составляет  $16^{\circ} 11'$  северной широты, до этой точки на полукруге склонения необходимо настроить телескоп, и тогда звезда будет видна в поле зрения. Опять же, предположим, что мы хотели бы наблюдать планету Венера 1 января 1842 года в 12 часов пополудни. Прямое восхождение солнца в этот день составляет  $18^{\text{часов}} 46^{\text{м}}$ , а Венеры -  $17^{\text{часов}} 41^{\text{м}}$ , из которых вычитается Прямое Восхождение солнца, и остается  $22^{\text{часа}} 55^{\text{м}}$ , или 55 минут 10 утра. Здесь, поскольку Прямое восхождение Венеры слишком мало, чтобы из него можно было извлечь Прямое Восхождение солнца, мы берем 24 часа и отсчитываем остаток от XII в полдень. Поскольку планета в 12 часов дня находится на расстоянии 1 часа 5 минут от меридиана, ноний на экваториальной окружности должен быть установлен в эту точку, а телескоп настроен на  $23^{\circ} 6'$  южного склонения, что соответствует склонению Венеры на тот день, когда эта планета появится в поле зрения.

#### *Наблюдения неподвижных звезд и планет, сделанные в дневное время экваториальным наблюдателем.*

С целью иллюстрации приведенных сейчас описаний и предоставления некоторой информации о наблюдениях за небесными сутками я выберу несколько из упомянутых выше наблюдений, которые я ранее опубликовал в Журнале Николсона, наряду с несколькими другими, сделанными впоследствии. Эти наблюдения были сделаны с целью определения следующих особенностей: -1. Какие звезды и планеты удобно видеть днем, когда солнце находится над горизонтом? 2. Какие степени увеличения необходимы для их различения? 3. Насколько близко от точки их соединения с солнцем их можно увидеть? и 4. Независимо от того, является ли уменьшение апертуры оптического стекла телескопа или увеличение увеличительной мощности, это в наибольшей степени способствует тому, чтобы звезда или планета были видны при дневном освещении. Поскольку я никогда не видел записей о подобных наблюдениях в книгах по астрономии или в научных журналах, я был вынужден продолжать их почти каждый ясный день в течение почти года, чтобы определить указанные сейчас точки. Некоторые результаты приведены на следующих страницах.

*Наблюдения неподвижных звезд первой величины.* 23 апреля 1813 года, в  $10^{\text{часов}} 15^{\text{утра}}$ , солнце находилось в  $5\frac{1}{2}$  часах над горизонтом. Видел звезду *Вега*, или  $\alpha$  Лиры, очень отчетливо с мощностью в 30 раз. Уменьшив отверстие подзорной трубы до  $\frac{9}{10}$  дюймов, я увидел его на более



темном фоне, но не более отчетливо, чем раньше. Сузив отверстие еще больше, до полудня, я увидел звезду, но не так отчетливо, как раньше. Поскольку небо было очень ясным, а звезда располагалась на четверти небосвода почти напротив солнца, я уменьшил силу увеличения до 15 и все еще мог видеть звезду, но нечетко; она была просто заметна. 23 августа в 0<sup>часов</sup> 12<sup>м</sup> пополудни наблюдали звезду *Капелла*, или  $\alpha$  *Возничего*, с мощностью 60, а сразу после этого с мощностью 30; апертура не уменьшалась. С этой последней силой она казалась чрезвычайно отчетливой, но не такой яркой и великолепной, как с прежней силой. Уменьшив отверстие до  $\frac{9}{10}$  дюймов, изображение появилось на более темном фоне, хотя в первом случае оно было одинаково заметно. Через несколько минут после этого я смог различить его с силой 15 баллов, поскольку отверстие было сужено до половины дюйма. Он казался очень маленьким; глаз с трудом мог зафиксировать его в поле зрения телескопа; но когда он был однажды замечен, за его движением по полю зрения можно было легко проследить. Его нельзя было разглядеть, когда убрали уменьшенное отверстие. Солнце тогда сияло в меридиональном великолепии.

10 августа, 9<sup>часов</sup> 30<sup>м</sup>, утра Увидел звезду Сириус с силой света 60, апертура сократилась до  $\frac{9}{10}$ ,,, дюймов. Видел это точно так же, когда отверстие уменьшалось до половины дюйма, но не так отчетливо, как через дюймовое отверстие. Установив степень 30, я мог достаточно отчетливо различать его через каждое из предыдущих отверстий, а также когда они были удалены; но несколько отчетливее с отверстиями в девять десятых и половину дюйма, чем без них. В это время звезда находилась в 2<sup>ч</sup> 42<sup>м</sup> по времени Прямого Восхождения к западу от солнца, имея высоту над горизонтом около 17 ° 10'; солнце светило ярко, и небо в той части неба, где появилась звезда, было очень светлым. Наблюдалось также значительное колебание воздуха, что обычно бывает жарким летним утром, из—за чего звезду заметить труднее, чем днем, особенно если смотреть на нее с небольшой высоты. 4 июня, 1<sup>час</sup> 30<sup>м</sup>, пополудни, увидел Сириус с силой света 30 с большой отчетливостью, диафрагма не сужалась. Звезда находилась тогда в пределах 1<sup>ч</sup> 50<sup>м</sup>, во время Прямого Восхождения к востоку от солнца. 24 августа, в 9<sup>часов</sup> 5<sup>м</sup> утра, увидел звезду *Процион*, или  $\alpha$  *Малого Пса*, отчетливо со степенью 60, апертура не сужена. При уменьшении до  $\frac{9}{10}$  дюймов он казался более отчетливым, поскольку земля, на которой он был виден, была темнее. При мощности 30, и диафрагме, сокращенной до  $\frac{9}{10}$  дюймов, можно было воспринимать это, но несколько нечетко. Когда выполнялось экваториальное движение, чтобы удержать объект в поле зрения, требовалось некоторое время, прежде чем глаз мог снова зафиксироваться на нем. Когда отверстие уменьшалось до половины дюйма, его нельзя было разглядеть. Увидел это, когда оба отверстия были удалены, но более отчетливо с отверстием  $\frac{9}{10}$  дюймов. Разница в результате этого наблюдения с результатом наблюдения Капеллы, о котором говорилось выше, объяснялась близостью звезды к солнцу и последующим освещением неба в той части, где она появилась. Ее разница в прямом восхождении от Солнца составляла тогда около 2<sup>часов</sup> 5<sup>м</sup> времени, а разница в склонении около 4° 50'.[40](#) Эту звезду можно рассматривать как одну из тех, которые занимают место между первой и второй звездными величинами.

Аналогичные вышеописанным наблюдения были сделаны и часто повторялись над звездами Ригель, Альдебаран, Бетельгейз Кор-Леонис и другими звездами первой величины, которые дали почти те же результаты. Звезды Альтарес и Фомальгаут не так легко отличить из-за их большого южного склонения и, как следствие, низкой высоты над горизонтом. Можно добавить следующее наблюдение относительно *Арктур*. 3 июня наблюдал Арктур очень отчетливо, незадолго до 7 часов вечера, солнце находилось примерно в 1<sup>час</sup> 40<sup>м</sup> над горизонтом и ярко светило — с силой 15; диафрагма не сужалась. Она казалась очень маленькой, но отчетливой. Эту звезду легко различить в любое время суток со степенью 30.

*Наблюдения за звездами второй величины.* 5 мая 1813 года, в 6<sup>часов</sup> вечера; солнце находилось час с тремя четвертями над горизонтом. Увидел Альфард, или  $\alpha$  Гидры, звезду второй величины, со степенью 60; апертура уменьшилась до  $\frac{9}{10}$  дюймов. Через несколько минут после этого можно было различить это, но нечетко, с силой 30, диафрагма сузилась, как указано выше. При такой мощности его нельзя было разглядеть очень отчетливо примерно за полчаса до захода солнца. Затем его было видно гораздо отчетливее, когда отверстие было сужено, чем без сужения. 7 мая. Видел звезду Денеб, или  $\beta$  Леонида, отчетливо с силой 60, примерно за полтора часа до захода солнца. 20 августа. Видел Рас-Алкагью, или  $\alpha$  Змееносца, в 4<sup>часа</sup> 40<sup>утра</sup>, пополудни, при мощности 100, солнце находилось почти 3 часа над горизонтом и ярко светило. Воспринял это примерно через час после этого, при мощности 60 — при сужении диафрагмы до  $\frac{9}{10}$  дюймов, а также когда это сужение было снято. В последнем случае звезда была видна почти так же отчетливо, как и в первом. 27 августа, 5<sup>часов</sup>, вечера, та же звезда появилась довольно отчетливо с мощностью 60, диафрагма не сужена. Это не стало более отчетливым, когда диафрагма была уменьшена до  $\frac{9}{10}$  дюймов. Солнце находилось тогда над горизонтом более 2 часов. 28 августа. Видел звезду Поллукс, или  $\beta$  Близнецов, через 2 часа после восхода солнца при мощности 60, апертура не уменьшилась. 12 ноября, 1<sup>час</sup> 30 минут, пополудни наблюдал звезду Альтаир, или  $\alpha$  Аквилы, в  $8\frac{1}{2}$ -дюймовый телескоп с апертурой 1 дюйм, мощностью 45, апертура не сужена. После небольшого сужения отверстия оно казалось несколько менее отчетливым. Некоторые относят эту звезду к классу звезд первой величины; но в 'Эфемеридах' Уайта и других Альманахах она обычно отмечена как вторая величина. Он образует своего рода промежуточное звено между звездами 1-й и 2-й величины.

Аналогичные наблюдения, дающие те же результаты, были проведены над звездами Беллатрикс, Пояс Ориона,  $\alpha$  Андромеды,  $\alpha$  Пегаса, Алиота, Бенетнаша, Северной Короны или  $\alpha$  Северной Короны и различными другими звездами той же величины.

Из вышесказанного и нескольких сотен подобных наблюдений *выводятся следующие выводы.*

1. Что 30-кратного увеличения достаточно для различения неподвижной звезды первой величины даже в полдень, в любое время года; при условии, что она находится на умеренной высоте над горизонтом и не ближе  $30^\circ$  или  $40^\circ$  от тела Солнца. Также, что при увеличении в 15 раз можно различить звезду этого класса, когда солнце находится не выше полутора часов над горизонтом. Но в любом случае следует отдавать предпочтение высшим силам. Было установлено, что степени 45 или 60, особенно последняя, лучше всего подходят для большинства случаев, поскольку при таких степенях глаз мог легко зафиксироваться на звезде, как только она попадала в поле зрения телескопа.
2. Большинство звезд 2-й величины можно видеть с мощностью 60, когда солнце находится над горизонтом не более чем на 2 часа; и в любое время суток самые яркие звезды этого класса можно видеть с мощностью 100, когда небо безмятежно и звезда находится не слишком близко к той четверти, в которой появляется солнце.
3. Что в каждом случае увеличение силы увеличения имеет основной эффект в том, что звезда становится легко различимой. Такое уменьшение отверстия в большинстве случаев производит очень незначительный эффект; в некоторых случаях его вообще нет; а когда отверстие сужается сверх определенного предела, это производит вредный эффект. Умеренное сокращение полезно в следующих двух случаях: -1. Когда звезда появляется в яркой части неба, недалеко от той четверти, в которой появляется солнце. 2. Когда используется предметное стекло с большим

отверстием и небольшой степенью увеличительной способности. Почти в каждом случае сжатие предметного стекла 8½-дюймового телескопа мощностью 45 вт имело пагубные последствия. Но когда мощность 20-дюймового телескопа составляла всего 15, сжатие делало объект более заметным.

### *Наблюдения за планетами, сделанные в дневное время.*

Некоторые планеты не так легко различить днем, как неподвижные звезды первой величины. Та, которую легче всего отличить во все времена, - это планета Венера.

1. *Наблюдения на Венере.* Мои наблюдения за этой планетой начались примерно в конце августа 1812 года, примерно через три или четыре недели после ее нижнего соединения. Примерно в этот период, между десятью и одиннадцатью часами утра, с силой 45 баллов, он появился в виде красивого полумесяца, совершенно отчетливого и четко очерченного, с блеском, подобным блеску луны перед заходом солнца, но более белого цвета. Вид его поверхности и фазы был полностью более отчетливым и удовлетворительным, чем тот, который получается вечером после захода солнца; поскольку, находясь на большой высоте, волнистость у горизонта не влияла на четкость зрения. Затем планета была видна очень отчетливо с силой в 7 раз, когда она выглядела как звезда первой или второй величины. Я проследил изменение его фаз почти в каждый ясный день вплоть до мая 1813 года. Поскольку в то время оно находилось недалеко от своего наивысшего соединения с солнцем, я хотел выяснить, насколько близко его соединение с этим светилом можно увидеть; и особенно, возможно ли, в некоторых случаях, увидеть его в момент соединения.

Высказывания всех астрономов, писавших до этого периода, при описании фаз Венеры либо прямо утверждают, либо, по крайней мере, подразумевают, что *невозможно* увидеть эту планету ни в коем случае во время ее высшего соединения. Это язык доктора Лонга, доктора Грегори, доктора Брюстера, Фергюсона, Адамса, Б. Мартина и большинства других авторов, посвященных науке астрономии. Насколько такая формулировка верна, станет ясно из следующих наблюдений и замечаний.

24 апреля 1813 года, 10<sup>часов</sup> 50 минут утра Наблюдал Венеру с мощностью 30, диафрагма не сужалась. В это время она находилась примерно в 31 минуте правильного восхождения, удаленная от солнца. Разница в их склонении 3° 59'. Она казалась отчетливой и четко очерченной. Имея степень 100, можно было различить ее висющую фазу. 1 мая, 10<sup>часов</sup> 20<sup>м</sup>, утра Рассматривал эту планету со степенью 60; диафрагма не сужена. Он казался отчетливым. Видел это примерно в то же время при мощности 15, диафрагма была сокращена до <sup>9</sup>/<sub>10</sub> дюймов. Сузив отверстие до ½ дюйма, я увидел его более отчетливо. Когда суженные отверстия были сняты, планету можно было различить с трудом из-за прямых солнечных лучей, падающих на внутреннюю поверхность трубы телескопа. Солнце светило ярко, и планета находилась примерно в 25 милях к западу от его центра, разница в их склонении составляла 3° 7'. 7 мая, 10<sup>часов</sup> утра, Венера была отчетливо видна при мощности 60, ярко светило солнце. Тогда было около 19 часов по гринвичу и 4° 27' по долготе к западу от солнца; разница в их склонении составляла 2° 18'. Я обнаружил, что уменьшение диафрагмы особенно полезно при наблюдении за планетой в это время, даже когда были задействованы высшие силы. Это было последнее наблюдение, которое у меня была возможность сделать до соединения Венеры с Солнцем, которое произошло 25 мая в 9<sup>часов</sup> 30<sup>м</sup> утра. Ее геоцентрическая широта в то время составляла около 16 южной, планета, должно быть, прошла почти вплотную к южной оконечности Солнца.

Облачная погода в течение почти месяца после последнего наблюдения препятствовала дальнейшим наблюдениям за планетой, когда она находилась в той части небес, которая находилась в пределах досягаемости прибора. Первым днем, который оказался благоприятным после того, как оно миновало высшую конъюнкцию, было 5 июня. Ниже приводится запись проведенного тогда наблюдения.

5 июня, 9<sup>часов</sup> утра Настроил экваториальный телескоп для наблюдения планеты Венера, но ее нельзя было увидеть из-за прямых солнечных лучей, попадающих в трубу телескопа. Я изобрел устройство для экранирования его лучей, но не смог заставить его удобно перемещаться вместе с телескопом; и поэтому решил подождать до двенадцати, когда верхняя часть окна места наблюдения перехватит солнечные лучи. В 11<sup>часов</sup> 20<sup>м</sup> утра, как раз в тот момент, когда солнце перешло линию обзора от глаза к верхней части иллюминатора, и оно заслонило его тело, я был удовлетворен достаточно четким изображением планеты со степенью 60. Диафрагма сокращается до  $\frac{9}{10}$  дюймов. Отчетливость увеличивалась по мере того, как солнце удалялось, пока через две или три минуты планета не стала казаться совершенно отчетливой. Увидел это сразу же после этого, при мощности 30, отверстие сужалось, как и раньше. Увидел это также довольно отчетливо при мощности 15; но при такой мощности это было невозможно различить, когда суженное отверстие было удалено. В это время Венера находилась всего на 3 ° долготы, или примерно на 13 по времени Р.х., к востоку от центра Солнца и, конечно, всего на 2½ градуса от его восточной оконечности; разница в их склонении составляла 27, а северная широта планеты - 11.

Несколько лет спустя я получил снимки этой планеты, когда она находилась значительно ближе к краю Солнца, чем указано в приведенном выше наблюдении, особенно 16 октября 1819 года, когда Венеру видели всего через 6 дней и 19 часов после времени высшего соединения. В то время его расстояние от восточного края солнца составляло всего 1° 28 42. Последующее наблюдение доказало, что Венеру можно увидеть, находясь всего в 1 ° 27 от края солнца, что, по моему мнению, приближается к ближайшему расстоянию от солнца, на котором эта планета отчетливо видна. Далее я изложу только два или три следующих наблюдения.

7 июня 1813 года, в 10<sup>часов</sup> утра, Венера была видна с силой света 60, при этом отверстие было сужено до  $\frac{9}{10}$  inch—the direct rays of the sun *not being intercepted by the top of the window*,,. Отверстие, еще больше сократившееся до ½ дюйма, позволяло видеть ее, но не так отчетливо. Когда схватки прекратились, ее едва можно было разглядеть. В то время она находилась на расстоянии 3 ° 33 долготы и почти в 15 минутах по времени RA от центра солнца. Несколько полосок облаков пересекли поле зрения, и она была видна удивительно отчетливо в просветах — в то же время солнце было частично заслонено ими.—19 августа, 1<sup>час</sup> 10 минут пополудни, рассматривал Венеру с увеличением 100. Я мог воспринимать ее поверхность и фазу изгиба почти так же отчетливо, как когда солнце находится за горизонтом. Она казалась яркой, устойчивой в своем свете и четко очерченной, без того блистательного и дрожащего вида, который она демонстрирует вечером, когда приближается к горизонту. Тогда она была почти на меридиане. В целом, такой вид этой планеты столь же удовлетворителен, если не предпочтительнее, чем те виды, которые мы получаем в обычный телескоп вечером, когда она видна невооруженным глазом.

Все изложенные выше сведения были подтверждены многими последующими наблюдениями, продолжавшимися на протяжении ряда лет. Я приведу только два недавних наблюдения,

которые показывают, что Венеру можно видеть несколько ближе к Солнцу, чем это следует из предыдущих наблюдений, и в точке ее высшего соединения. 10 марта 1842 года наблюдал планету Венера, находившуюся в то время очень близко к Солнцу, в 19 минут одиннадцатого утра. Она прошла точку своего высшего соединения с солнцем, 5 марта в 1<sup>час</sup> 19<sup>м</sup>. Разница в прямом восхождении между солнцем и планетой составляла тогда около 6½ минут времени, или около 1° 37½, и она находилась всего на расстоянии около 1° 21 от восточной оконечности солнца. Он казался довольно отчетливым и четко очерченным, и, возможно, его можно было бы увидеть накануне, если бы наблюдение было сделано тогда.—Следующее наблюдение показывает, что Венеру можно увидеть еще ближе к Солнцу, чем в предыдущих наблюдениях, и даже в момент ее высшего соединения. 2 октября 1843 года эта планета прошла точку своего наивысшего соединения с Солнцем в 4<sup>ч</sup> 15<sup>м</sup>. В два часа пополудни — всего за два часа до соединения я отчетливо различил планету и держал ее в поле зрения почти десять минут, пока вид не закрыли плотные облака. Он казался довольно отчетливым и четко очерченным, хотя и не блестящим, с круглым анфас лицом, и его видимый путь был отчетливо прослежен несколько раз по полю зрения телескопа. Я заметил это позже, примерно в половине пятого пополудни, всего через несколько минут после того, как оно прошло точку соединения, и в этом случае оно казалось менее отчетливым, чем при предыдущем наблюдении, из-за низкой высоты планеты, находившейся тогда всего в нескольких градусах над горизонтом. Наблюдения в данном случае производились не экваториальным прибором, которым я обычно пользуюсь в таких наблюдениях, а хорошим ахроматическим телескопом с фокусным расстоянием 44½ дюйма, установленным на обычном штативе, с земной мощностью в 95 раз. На конце телескопа, обращенном к объекту наблюдения, была закреплена коническая трубка длиной около десяти дюймов, на конце которой было расположено отверстие диаметром 1½ дюйма, чтобы максимально препятствовать прямому попаданию солнечных лучей. Верхняя часть верхней створки окна места наблюдения также была отрегулирована таким образом, чтобы не пропускать большую часть солнечных лучей, попадающих в трубу телескопа. Склонение солнца в то время составляло 3° 26 южной широты, а Венеры - 2° 12 южной широты; следовательно, разница в склонении составляла 1° 14 = расстояние Венеры от центра солнца; а поскольку диаметр солнца составлял около 16, Венера находилась тогда всего в 58 от северной оконечности солнца, или на 6 меньше двух диаметров солнца.

Это самое близкое приближение к солнцу, при котором я когда-либо видел эту планету, и это демонстрирует, что Венеру можно увидеть, даже находясь в пределах градуса от края солнца; и это, возможно, самое близкое положение к тому светилу, при котором эта планета может быть отчетливо видна. Это показывает, что свет, отраженный от поверхности Венеры, гораздо более яркий, чем свет, отраженный от поверхности нашей Луны; ибо никаких следов этого ночного светила нельзя увидеть, даже находясь на гораздо большем расстоянии от солнца, и нет никакого другого небесного тела, которое можно было бы увидеть в пределах, указанных сейчас. Насколько мне известно, это первое наблюдение Венеры во время ее высшего соединения.<sup>41</sup>

Практический вывод из этого наблюдения состоит в том, что при верхнем соединении этой планеты, когда ее расстояние от края Солнца составляет не менее 58, ее полярный и экваториальный диаметры могут быть измерены микрометром, когда будет определено, имеет ли Венера сфероидальную форму. Обнаружено, что Земля, Марс, Юпитер и Сатурн представляют собой не сферы, а сфероиды, полярный диаметр которых короче экваториального. Но истинный облик Венеры еще никогда не был установлен, потому что только

при высшем соединении она представляет собой полностью освещенное полушарие, и когда можно измерить оба диаметра, за исключением того времени, когда она проходит солнечный диск, что происходит только дважды в течение 120 лет.<sup>42</sup>

Из наблюдений, сделанных на Венере, можно сделать следующие выводы.

1. Чтобы эту планету можно было отчетливо видеть при умеренной степени увеличения, в момент ее максимального соединения с солнцем, когда ее геоцентрическая широта, северная или южная, в момент соединения составляет не менее  $1^{\circ} 14'$ , или когда планета находится примерно в  $58^{\circ}$  от края Солнца. Этот вывод следует из наблюдения от 2 октября 1843 г.,<sup>45</sup> изложенного выше.

2. Другой вывод заключается в том, что в течение 583 дней, или около 19 месяцев — времени, которое требуется этой планете для перехода от одного соединения с солнцем к аналогичному соединению снова, — когда ее широта во время ее высшего соединения превышает  $1^{\circ} 14'$ , ее можно наблюдать в экваториальный телескоп каждый ясный день без перерыва, за исключением периода ее нижнего соединения, когда ее темное полушарие повернуто к земле, а также незадолго до и после него. Когда его геоцентрическая широта будет меньше  $1^{\circ} 14'$ , он скроется примерно за четыре дня до этого и через столько же времени после своего высшего соединения. В течение того же периода она будет невидима невооруженным глазом, и, следовательно, на ней нельзя будет проводить наблюдения в обычный телескоп в течение почти шести месяцев, а иногда и больше, в зависимости от того, северное или южное ее склонение, а именно примерно за два или три месяца до и столько же времени после ее верхнего соединения, за исключением случаев, когда горизонт очень свободный. Что касается времени, за которое эта планета может быть скрыта примерно в период своего нижнего соединения, я установил из наблюдений, что она никогда не может быть скрыта дольше, чем в течение 2 дней 22 часов; я видел Венеру около полудня, похожую на прекрасный тонкий полумесяц, всего через 35 часов после того, как она прошла точку своего нижнего соединения; и в последнем случае ее видели, когда прошло немногим более суток после периода соединения. Следовательно, самое длительное время, в течение которого эта планета может быть скрыта из виду в течение 583 дней, составляет всего около 10 дней; и когда ее широта во время высшего соединения равна или превышает  $1^{\circ} 14'$ , ее можно скрывать немногим более двух дней. Это обстоятельство нельзя утверждать ни о каком другом небесном теле, за исключением только солнца.

3. Чтобы каждое изменение фаз этой планеты — от тонкого полумесяца до полностью освещенного полушария — можно было в любой ясный день удобно наблюдать с помощью экваториального телескопа. Это обстоятельство делает этот инструмент особенно полезным для обучения молодежи принципам астрономии. Ибо, если известна фаза, которую Венера должна демонстрировать в какой-либо конкретный момент времени, экваториальный телескоп может быть направлен на планету, и ее фактическая фаза на небе будет немедленно показана астроному-наблюдателю.

4. Поскольку только в период высшего соединения эта планета представляет собой полностью освещенное полушарие, и поскольку только в этой фазе можно измерить оба ее диаметра, весьма важно, чтобы в момент соединения на ней были проведены наблюдения с помощью мощных телескопов, оснащенных микрометрами, чтобы определить разницу (если таковая имеется) между ее полярным и экваториальным диаметрами.



5. Другой вывод из наблюдений на Венере состоит в том, что умеренное уменьшение апертуры оптического стекла телескопа полезно и даже необходимо для наблюдения за этой планетой вблизи Солнца. Его эффект частично объясняется тем, что таким образом более эффективно исключаются прямые солнечные лучи; ибо, когда эти лучи попадают непосредственно в трубу телескопа, очень трудно и почти невозможно увидеть эту планету или любое другое небесное тело, находящееся вблизи солнца.

#### *Наблюдения за Юпитером и другими планетами.*

Эту планету очень легко различить днем при очень умеренном увеличении, когда она находится за пределами  $30^\circ$  или  $35^\circ$  от солнца. Следующая выдержка из моих меморандумов может служить образцом. 12 мая 1813 г., 1<sup>час</sup> 40<sup>м</sup>, пополудни Увидел Юпитер с 15-кратной мощностью, диафрагма не сужалась. Планета казалась настолько отчетливой благодаря этой силе, что у меня есть основания полагать, что она была бы воспринята с силой в 6 или 7 раз большей. Когда диафрагма была уменьшена на  $\frac{9}{10}$  дюймов, а затем до половины дюйма, заметной разницы в ее внешнем виде не было. Тогда оно находилось примерно на  $58^\circ$  долготы, к востоку от солнца.

Хотя Юпитер на значительном расстоянии от солнца и вблизи его противоположности кажется невооруженному глазу сияющим, почти равным сиянию Венеры, все же между ними есть очень разительная разница в отношении блеска, если смотреть при дневном свете. Юпитер, когда его рассматривают с большим увеличением в дневное время, всегда имеет очень тусклый облачный вид; тогда как Венера выглядит с умеренной степенью блеска. Примерно в конце июня 1813 года, между 5 и 6 часами вечера, рассмотрев планету Венера, находившуюся тогда в пределах  $20^\circ$  от солнца и имевшую умеренный блеск, я направил телескоп на Юпитер, находившийся в то время более чем в  $32^\circ$  от солнца, когда контраст между двумя планетами был очень разительным, Юпитер казался настолько слабым, что его едва можно было различить, хотя его видимая величина была почти вдвое больше, чем у Венеры. В этом наблюдении использовалась степень 65. Во время его приближения к солнцу, примерно в конце июля, я не мог его заметить, когда он находился в пределах  $16^\circ$  или  $17^\circ$  от своего соединения с этим светилом. *Эти обстоятельства дают разумное и популярное доказательство, независимо от астрономических расчетов, того, что планета Юпитер расположена на гораздо большем расстоянии от солнца, чем Венера*, поскольку ее свет настолько тусклый, что едва различим на расстоянии более 20 градусов от солнца, в то время как свет Венеры отчетливо виден среди всего великолепия солнечных лучей, когда он находится всего в одном градусе от края этого светила. С силой 65 я мог различать пояса Юпитера до захода солнца, но никогда не мог увидеть ни одного из его спутников, пока солнце не скрылось за горизонтом. Нет наблюдений, которые так ясно и поразительно указывали бы на различную степень света, излучаемого различными планетами, как те, которые сделаны днем. Обычному наблюдателю ночью Юпитер и Венера кажутся на ясном небе почти с одинаковой яркостью, и даже Марс, когда находится примерно в точке своего *противостояния* солнцу, имеет несколько сходный блеск, хотя и с красноватым оттенком; но при дневном освещении их вид очень различен. Это обстоятельство, очевидно, указывает на то, 1. что эти планеты расположены на разных расстояниях от солнца и, следовательно, снабжены разной степенью освещенности, пропорциональной квадрату их расстояний от этого светила; и 2. что существуют определенные обстоятельства, связанные с поверхностями и атмосферами планетных тел, которые делают излучаемый ими свет более или менее интенсивным, независимо от их различного расстояния от центрального светила. Марс,

хотя и находится гораздо ближе к Солнцу, чем Юпитер, не так легко различить днем, и даже ночью он выглядит менее ярким.

Мои наблюдения за *Сатурном* при дневном свете были не такими частыми, как за Юпитером. Мне удалось несколько раз различить его кольцо перед заходом солнца с силой 65; но его большое южное склонение и, как следствие, низкая высота в периоды, когда производились эти наблюдения, были неблагоприятны для определения степени его видимости при дневном освещении; ибо планета или звезда всегда более отчетливо различимы на *большой*, чем на малой высоте, из-за превосходной чистоты атмосферы, через которую небесный объект виден на большой высоте над горизонтом. Эта планета, однако, далеко не так отчетливо видна при дневном свете, как Юпитер, и я видел ее главным образом, когда солнце находилось не более чем на час или два над горизонтом, но никогда в полдень; хотя вполне вероятно, что с помощью мощных приборов ее можно увидеть даже в это время суток. Планета *Марс* редко бывает отчетливо видна днем, за исключением тех случаев, когда она находится на небольшом расстоянии от Солнца. Ниже приводится запись наблюдения на Марсе, когда он находился в благоприятном положении. 24 октября 1836 года. Отчетливо видел планету Марс с мощностью около 60, в 40 минут десятого утра, когда солнце находилось над горизонтом почти три часа. Она казалась довольно отчетливой, но едва ли такой яркой, как неподвижная звезда первой величины, но излучала, по-видимому, столько же света, сколько обычно излучает Юпитер при дневном освещении. В то время его нельзя было проследить дольше, чтобы установить, можно ли было увидеть его в полдень; из-за расположения западной стороны окна к месту наблюдения. Красноватый оттенок этой планеты, несомненно, вызванный плотной атмосферой, которой она окружена, является одной из причин, препятствующих ее яркому проявлению в дневное время. Что касается планеты *Меркурий*, у меня была возможность наблюдать ее несколько раз после восхода и перед заходом солнца, примерно за 10 или 12 дней до и после ее наибольшего удаления от солнца со степенью 45. Я несколько раз искал эту планету около полудня, но не мог ее обнаружить. Воздух, однако, в упомянутое время был не очень прозрачным, и я не был уверен, что он находится в поле зрения телескопа; и поэтому я не уверен, что при умеренно высокой мощности его можно увидеть даже в полдень.

Таковы некоторые примеры наблюдений, которые я сделал за небесными телами в дневное время, и выводы, которые могут быть сделаны из них. Я был вынужден сообщить о них из соображений, что самые незначительные факты, относящиеся к любой науке, заслуживают того, чтобы их узнали, и, возможно, могут оказаться полезными. Они могут, по крайней мере, порадовать любителя астрономии некоторой информацией, которую он не найдет в распространенных трактатах по астрономии, и, возможно, побудить его продолжить серию аналогичных наблюдений для подтверждения или исправления тех, которые были отмечены выше.

Помимо уже изложенных выводов, можно отметить следующие общие выводы. 1. Что небесное тело можно так же легко различить в полдень, как и в любое время между девятью часами утра и тремя часами пополудни, за исключением коротких зимних дней. 2. Их легче различить на большой высоте, чем на малой, — днем, чем утром, особенно если они находятся на небольшой высоте, — и в северной части неба, чем в южной. Трудность их восприятия на малой высоте, очевидно, объясняется густыми испарениями у горизонта. То, что их труднее различить утром, чем днем, объясняется колебаниями атмосферы, которые обычно сильнее утром, чем днем. Это может быть очевидно замечено при взгляде на удаленные наземные объекты в те моменты, в



жаркий день, через телескоп, увеличивающий изображение примерно в 40 или 50 раз, когда будет обнаружено, что они кажутся дрожащими и искаженными вследствие этих колебаний, особенно если ярко светит солнце. Вследствие этого обстоятельства мы редко можем использовать высокую земную мощность для воздействия на наземные объекты, за исключением раннего утра и незадолго до захода солнца. Их легче различить в северной части неба из-за того, что эта часть неба имеет более глубокую лазурь из-за того, что она менее освещена, чем южная, великолепием солнечных лучей.

### *Полезность дневных наблюдений за небесным сводом.*

Наблюдения за небесными телами в дневное время, на которые я сейчас обратил внимание читателя, не следует рассматривать просто как удовлетворение рационального любопытства, их можно использовать для развития астрономической науки. Что касается планеты Венера — когда я рассматриваю степень блеска, который она демонстрирует даже при дневном освещении, я убежден, что на ее поверхности можно было бы часто проводить полезные наблюдения в дневное время, чтобы определить некоторые из ее физических особенностей и явлений. Такие наблюдения могли бы положить конец любым спорам, которые, возможно, все еще существуют относительно периода вращения этой планеты. "Кассини" на основании наблюдений за ярким пятном, которое продвинулось на  $20^\circ$  за  $24^{\text{часа}} 34^{\text{м}}$ , определил время его вращения равным 23 часам 20 минутам. С другой стороны, Бьянчини на основании аналогичных наблюдений пришел к выводу, что его суточный период составлял 24 дня и 8 часов. Трудность выбора между этими двумя мнениями возникает из-за короткого времени, в течение которого можно производить наблюдения за этой планетой, либо до восхода солнца, либо после его захода, что не позволяет нам с точностью отслеживать поступательное движение ее пятен в течение достаточного периода времени. И, хотя наблюдатель должен был бы отметить движение пятен в один и тот же час двумя последующими вечерами и обнаружить, что они продвинулись вперед примерно на  $15^\circ$  за 24 часа, он все равно был бы в затруднении определить, переместились ли они всего на  $15^\circ$  со времени предыдущего наблюдения или завершили оборот еще на  $15^\circ$ . Следовательно, если бы какие-либо пятна можно было увидеть на поверхности Венеры днем, их движение можно было бы проследить, когда она находится под северным склонением, в течение 12 часов или более, что полностью определило бы период вращения. То, что не исключено, что на ее диске днем могут быть обнаружены пятна, подходящие для этой цели, явствует из некоторых наблюдений "Кассини", который увидел одно из ее пятен, когда солнце находилось более чем на восемь градусов над горизонтом.<sup>46</sup> Наиболее отчетливыми и удовлетворительными видами этой планеты, которые я когда-либо имел, были те, которые я получил днем, летом, когда ее рассматривали на большой высоте в 44½-дюймовый ахроматический телескоп мощностью 150 вт. В такие моменты я отчетливо ощущал различие между оттенком и цветом его краев и превосходным блеском его центральных частей, и иногда были замечены некоторые пятна, хотя и не настолько отчетливо, чтобы определить его вращение. Такие отчетливые виды редко можно получить вечером после захода солнца из-за колебаний атмосферы и плотной массы паров, сквозь которые видны небесные тела, когда они находятся вблизи горизонта.

Я также не считаю совершенно невероятным, что ее спутник (если он у нее есть, как некоторые предполагают) может быть обнаружен днем, когда эта планета находится в благоприятном положении для такого наблюдения; особенно когда довольно большая часть ее освещенной поверхности обращена к земле, и когда ее спутник, конечно, должен находиться в аналогичной

фазе. Период наибольшего удаления Солнца от Солнца и вскоре после того, как оно примет фазу полумесяца при приближении к нижнему соединению, может рассматриваться как наиболее подходящее время для проведения таких наблюдений. Если этот предполагаемый спутник составляет примерно треть или четверть диаметра своего Основного Спутника, как предполагали Кассини, Шорт, Бодуэн, Монбаррон, Монтень и другие астрономы, он должен быть почти таким же большим, как Меркурий, который часто видели при дневном свете. Если такой спутник действительно существует и все же неразличим при дневном освещении, то его поверхность должна иметь качество отражения лучей света, совершенно отличное от поверхности его первичного спутника; ибо каждому, кто видел Венеру при высокой мощности света в дневное время, очевидно, что тело такой же яркости — хотя и в четыре раза меньшего диаметра — было бы вполне ощутимо и имело бы видимый диск. Такие наблюдения, однако, были бы проведены с гораздо большим эффектом в Италии и других южных странах, и особенно в странах с тропическим климатом, таких как южные районы Азии и Америки, а также на островах Вест-Индии, где небо более чистое и безмятежное и где планету можно рассматривать с больших высот и в течение большего периода времени без прерывания облаков, чем на нашем острове.

Опять же, видимые величины неподвижных звезд — количество света, которое они соответственно излучают, — и точный класс звездной величины, который им следует присвоить, могут быть более точно определены при дневных наблюдениях, чем при их появлении на ночном небе. Не все звезды, которые считаются принадлежащими к *первой величине*, одинаково различимы при дневном свете. Например, звезды *Альдебаран* и *Процион* не так легко отличить, и днем они не выглядят с той же степенью блеска, что звезды  $\alpha$  *Лиры* и *Капелла*. Аналогичным образом, звезды *Альтаир*, *Альфард*, *Денеб Рас*—*Алкаге*, которые считаются принадлежащими ко *второй* величине, различимы по-разному из-за одинаковой апертуры и увеличительной способности, что, по-видимому, указывает на различное количество света, излучаемого этими звездами, что обусловлено различием либо в их величине, либо в расстоянии, либо в качестве света, которым они излучаются.

Ниже также приведены практические цели, для которых могут быть применены наблюдения за небесными сутками. При точной настройке круговых и транзитных приборов полезно и даже необходимо для определения точного положения меридиана проводить наблюдения за определенными звездами, которые сильно различаются по зенитному расстоянию и которые проходят меридиан почти в одно и то же время. Но поскольку звезды, расположенные наилучшим образом для этой цели, не могут быть видны по вечерам в любое время года, мы должны, в некоторых случаях, ждать несколько месяцев, пока можно будет провести такие наблюдения, если только мы не проведем их днем, что может быть очень легко сделано, если у инструмента есть приспособленный к нему телескоп, оснащенный такими мощностями, как указано выше, или более мощными, если требуется. Я также использовал наблюдения за звездами в дневное время для настройки часов на время, когда солнце находилось за пределами досягаемости прибора или было закрыто облаками, и когда я не решал ждать до вечера. Это может, на первый взгляд, показаться некоторым парадоксальным; поскольку обнаружение звезды при дневном свете зависит от того, знаем ли мы ее прямое Восхождение относительно солнца, и это последнее обстоятельство в некоторой степени зависит от нашего знания истинного времени. Но если известно, что часы отклонялись от времени не более чем на семь или восемь минут, звезду первой величины можно легко обнаружить, немного переместив телескоп назад или вперед до появления звезды; и когда она однажды найдена, точное

изменение хода затем устанавливается путем сравнения необходимых ранее вычислений со временем, показанным нониусом на Экваториальной окружности, или, другими словами, путем установления разницы между предполагаемым временем и временем, показанным прибором, когда звезда появляется в центре поля зрения. Все это может быть сделано за пять-шесть минут.

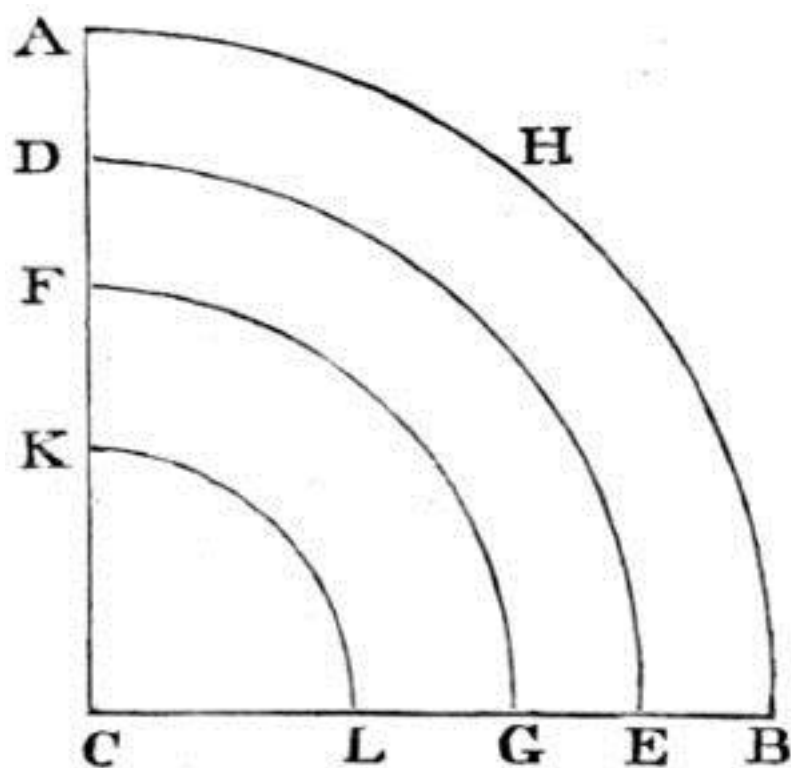
Помимо изложенных выше практических целей, экваториальный телескоп, возможно, является лучшим инструментом для обучения учащихся различным операциям практической астрономии, и в частности для того, чтобы дать им возможность различать названия и положения главных звезд. Ибо, когда правильное Восхождение и Склонение какой-либо звезды известно из астрономических таблиц, телескоп можно немедленно настроить так, чтобы он указывал на нее, что безошибочно предотвратит ошибку одной звезды с другой. Аналогичным образом, точное положение планет *Меркурий, Уран, Веста, Юнона, Церера, Паллада* — небольшой кометы, туманности, двойной звезды или любого другого небесного тела, нелегко различимого невооруженным глазом, может быть легко определено, когда его прямое Восхождение и Склонение известны с близким приближением.

В заключение я не могу не выразить своего удивления, что Экваториальный телескоп так мало известен даже многим любителям астрономической науки. В нескольких респектабельных академиях в этой части Британии и, если я не ошибаюсь, в большинстве наших университетов этот инструмент совершенно неизвестен. Это тем более необъяснимо, что небольшой экваториал можно приобрести за умеренную сумму и что нет ни одного инструмента, столь хорошо приспособленного для иллюстрации всех операций Практической астрономии. Там, где не требуется очень большая точность, иногда ее можно использовать для общих целей *транзитного прибора* для наблюдения прохождения солнца и звезд через меридиан. Его также можно использовать в качестве *теодолита* для съемки местности и измерения горизонтальных углов — в качестве *квадранта* для измерения углов высоты — в качестве *уровня* — в качестве *прибора для измерения равной высоты* — в качестве *азимутального прибора* для определения расстояния солнца от северной или южной точек горизонта — и в качестве точных универсальных солнечных часов для определения точного *среднего* или *истинного* времени в любом случае, когда видно солнце. Способ его применения для этих различных целей будет очевиден каждому, кто хоть сколько-нибудь знаком с природой и конструкцией этого инструмента.

Цена небольшого экваториального прибора, подобного описанному на стр. 454, составляет около 16 гиней, не считая некоторых окуляров, которые впоследствии были добавлены с целью проведения особых наблюдений. Инструменты большего размера и с более сложным механизмом продаются по цене от 50 до 100 гиней и выше. Такие инструменты изготавливают господа У. и С. Джонс из Холборна, Лондон.

*В КВАДРАНТЕ.*

*рисунок 87.*



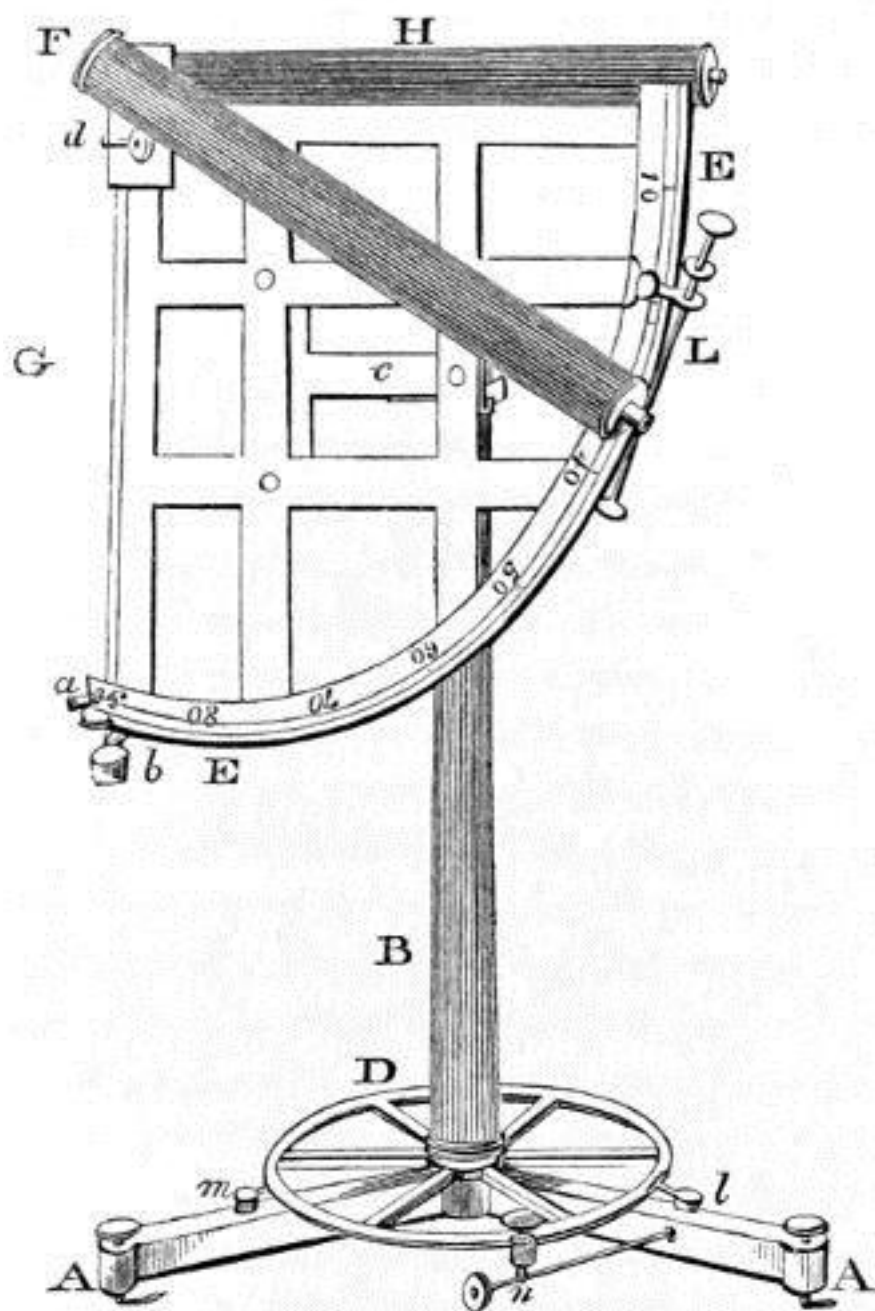
Предполагается, что каждая окружность разделена на 360 равных частей, или градусов, — очевидно, что 90 градусов, или четвертой части окружности, будет достаточно для измерения всех углов между горизонтом в любом месте и перпендикулярной к нему линией, которая поднимается в зенит. Таким образом, на рис. 87 линия СВ представляет плоскость горизонта. АСВН - квадрант, АС - перпендикуляр к горизонту, а А - точку зенита. Если линии ВС и СА представляют пару циркулей с ножками, стоящими перпендикулярно друг другу, а изогнутые линии АВ, DE и FG — четверть такого же количества кругов разного размера, то очевидно, что, хотя каждый из них отличается от других по размеру, все же каждый содержит одну и ту же часть круга, а именно квадрант или четвертую часть; и, таким образом, это будет от наименьшего до наибольшего квадранта, который можно сформировать, — все они будут содержать ровно 90 градусов каждый. Благодаря применению этого принципа сравнительная мера углов может быть расширена до неопределенного расстояния. С помощью прибора, сконструированного в виде квадранта круга, изогнутый край которого разделен на 90 равных частей, можно в любой момент определить высоту любого объекта в небе.

Существуют различные конструкции этого прибора, некоторые из них чрезвычайно простые, а другие значительно сложные и дорогие, в зависимости от степени точности, которой требуют наблюдения. Ниже приводится описание *квадранта Пиллар*, сделанное мистером Бердом для Гринвичской обсерватории и нескольких континентальных обсерваторий.

Этот прибор состоит из квадранта E E H G L (рис. 88), установленного на стойке В, которая поддерживается штативом АА, опирающимся на три ножных винта. Квадрант, столб и горизонтальный круг - все они вращаются вокруг вертикальной оси. Телескоп Н размещается на горизонтальном радиусе и направляется на отметку меридиана, ранее сделанную на каком-либо удаленном объекте, для размещения плоскости прибора на меридиане, а также для установки нуля или начала шкалы по-настоящему горизонтально. Иногда это делается с

помощью уровня вместо телескопа, а иногда с помощью отвеса  $G$ , подвешенного ближе к центру и подведенного для разделения пополам тонкой точки, сделанной на краю, куда помещается микроскоп для изучения деления пополам. Груз или отвес на конце отвеса подвешен в резервуаре с водой  $b$ , что предохраняет его от взбалтывания воздухом. Аналогичная точка сделана для верхнего конца отвеса на куске латуни, регулируемого винтом  $d$ , чтобы линия находилась точно под прямым углом к телескопу, когда он установлен в точке  $o$ . Квадрант прикручивается к центру его рамы тремя винтами к куску латуни  $e$ , и этот кусок прикручивается к верхней части стойки  $B$  тремя другими винтами. С помощью первых трех винтов плоскость квадранта может быть расположена точно параллельно вертикальной оси, а с помощью других винтов телескоп  $H$  может быть установлен точно перпендикулярно к ней. Гайка тонкого винта  $L$  крепится к концу телескопа  $F$  с помощью универсального шарнира. Ошейник для другого конца соединен таким же образом с зажимом, который может быть прикреплен к любой части конечности. Аналогичный зажимной винт и замедленное движение видны на  $n$  для нижнего круга, который предназначен для надежного удержания круга и регулировки его движения. Деления нижнего, или горизонтального круга, считываются с помощью нониусов, закрепленных на кронштейнах штатива в точках  $l$  и  $m$ , а в некоторых случаях для получения большей точности используются три.

*рисунок 88.*



При использовании этого квадранта ось телескопа Н устанавливается на горизонтальную линию, а плоскость квадранта - на вертикальную линию, с помощью уже указанных средств. Затем винт *champ* L ослабляется, и телескоп направляется на звезду или другой объект, высота которого требуется. Закрепив зажимной винт, наблюдатель смотрит в телескоп и с помощью гайки винта L переводит телескоп в положение, при котором звезда делится пополам пересечением проводов в поле зрения телескопа. Затем деления будут считаны с помощью нониуса, и будет получена высота звезды. С помощью горизонтального круга D можно точно измерить все углы в плоскости горизонта, такие как амплитуды и азимуты небесных тел.

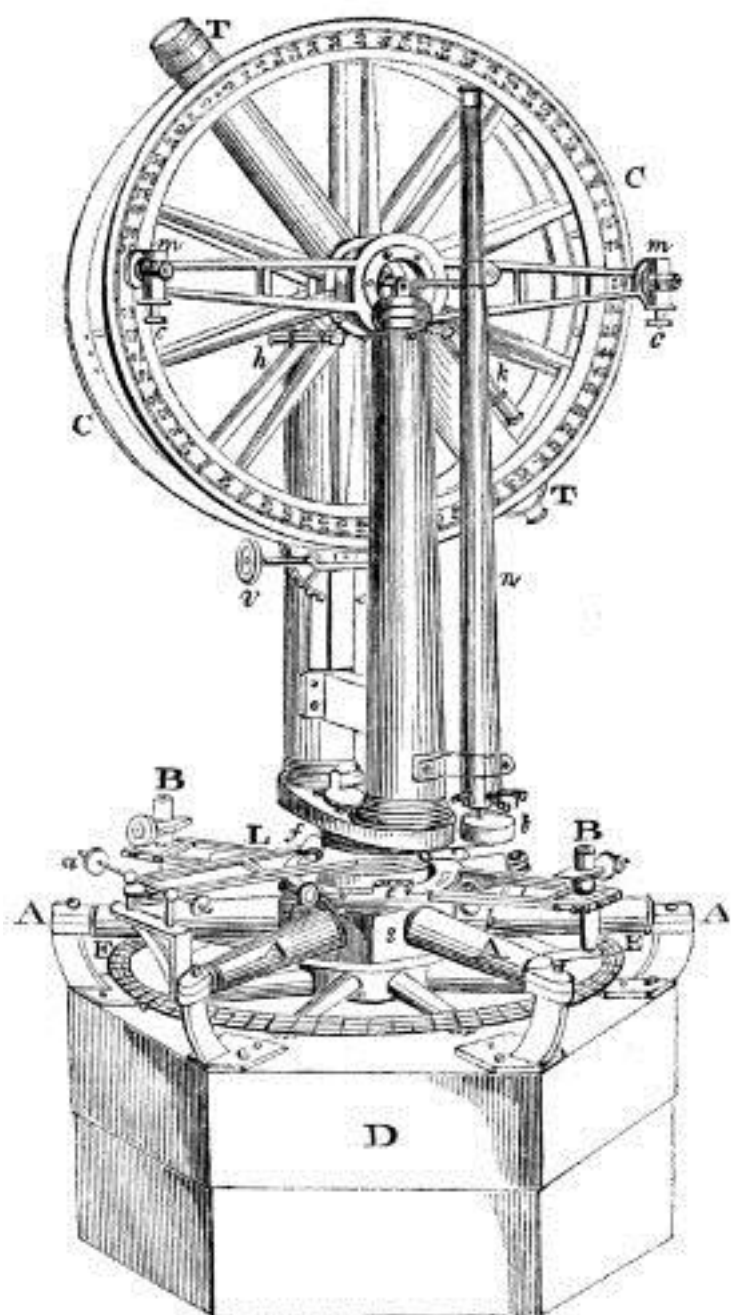
Иногда могут использоваться квадранты более простой конструкции, чем вышеупомянутые, такие как квадранты Гюнтера, Коула, Саттона и другие; но ни один из них не оснащен

телескопами или оптическими прицелами, и поэтому высота не может быть получена с их помощью с той же степенью точности, что и с помощью того, что было сейчас описано.

С помощью Квадранта можно определять не только высоты небесных тел, но и расстояния до объектов на земле по наблюдениям, выполняемым на двух станциях, — высоту шаровых молний и других метеоров в атмосфере, — высоту облака, по наблюдению за его высотой и скоростью, — а также множество других задач, решение которых зависит от угловых измерений. *Фресковый квадрант* - это название, данное этому инструменту, когда он закреплен на каменной стене и в плоскости меридиана, например, квадранту, который был установлен Флемстедом в обсерватории в Гринвиче. Хотя квадрант раньше широко использовался в астрономических наблюдениях, все же, возможно, будет уместно заявить, что его использование сейчас почти полностью вытеснено недавним введением *астрономических кругов*, о которых мы сейчас дадим читателю очень краткое описание, в основном взятое из отчета ТROUTON о сконструированном им инструменте, который содержится в Дополнении сэра Д. Брюстера к "Астрономии Фергюсона".

### *АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КРУГ.*

рисунок 89.



Астрономический круг представляет собой *полный круг*, заменяющий квадрант, и отличается от него только более высокой точностью, с которой он позволяет астроному проводить свои наблюдения. Большой вертикальный круг, или круг склонения *СС* (рис. 89), состоит из двух полных кругов, укрепленных с внутренней стороны ребристой планкой и прочно соединенных по своим крайним границам рядом коротких скобок, которые расположены перпендикулярно между ними и удерживают их на таком расстоянии, чтобы пропускать ахроматический телескоп *ТТ*. Этот двойной круг поддерживается 16 коническими стержнями, прочно соединенными вместе с телескопом с горизонтальной осью. Внешняя граница каждого круга разделена на градусы и части градуса, и эти деления разделены на секунды с помощью микрометрических микроскопов *мм*, которые считывают угол на противоположных сторонах каждого круга. Поперечные проволоочки в каждом микроскопе можно перемещать по краю, пока они не



совпадут с ближайшим делением края, с помощью микрометрических винтов  $ss$ , а пройденное расстояние определяется по делениям на градуированной головке над  $s$  с помощью шкалы внутри микроскопа. Микроскопы поддерживаются двумя кронштейнами, исходящими из небольшого круга, концентрического горизонтальной оси, и закрепленными на вертикальных стойках. Этот круг является центром, вокруг которого они могут повернуться почти на квадрант с целью использования новой части делений круга, когда будет сочтено разумным повторить какие-либо деликатные наблюдения над какой-либо частью конечности. На  $h$  изображен уровень для размещения оси в истинной горизонтальной линии, а на  $k$  установлен другой уровень, параллельный телескопу, для приведения нуля делений в горизонтальное положение. Горизонтальная ось, к которой прикреплены вертикальный круг и телескоп, равна по длине расстоянию между вертикальными стойками, а ее оси опираются на полукруглые подшипники, расположенные в верхней части каждой стойки. Эти две вертикальные стойки прочно соединены в своих основаниях с поперечной балкой  $f$ . К этой перекладине также прикреплена вертикальная ось длиной около трех футов, нижний конец которой, заканчивающийся тупым концом, упирается в латунное коническое гнездо, прочно закрепленное на дне углубления в каменном постаменте  $D$ , в которое помещается вертикальная ось. Это гнездо выдерживает весь вес подвижной части прибора. Верхняя часть вертикальной оси поддерживается двумя кусками латуни, один из которых виден в точке  $e$ , привинченный к кольцу  $i$  и имеющий прямой угол, или  $Y$ . С каждой стороны кольца, противоположной точкам соприкосновения, размещена трубка, содержащая спиральную пружину, которая за счет постоянного давления на ось удерживает ее относительно подшипников и позволяет ей вращаться в этих четырех точках соприкосновения легким и устойчивым движением. Два подшипника закреплены на двух кольцах с возможностью поперечной регулировки; нижний с помощью винта  $d$  для наклона оси на восток или запад, в то время как винт  $b$  придает верхнему  $i$  движение в плоскости меридиана. Таким образом, ось может быть установлена в перпендикулярное положение так же точно, как и обычным способом установки штатива с помощью винтов для ножек. Эти кольца прикреплены к центральной части  $s$ , которая прочно соединена с верхней поверхностью камня шестью коническими трубками  $A$ ,  $A$ ,  $A$  и  $s$ ., а также латунными штандартами на каждом углу подставки. Под этой рамкой находится азимутальный круг  $EE$ , состоящий из круглого выступа, укрепленного десятью полыми конусами, прочно соединенными с вертикальной осью  $i$ , следовательно, свободно вращающимися вместе с ней. Азимутальный круг  $EE$  разделяется и считывается таким же образом, как и вертикальный круг. Кронштейны микроскопов  $BB$  выступают из кольца  $i$ , а сами микроскопы регулируются с помощью винтов для приведения их к нулевому значению и диаметру окружности. Немного выше кольца  $i$  закреплен рычаг  $L$ , который охватывает и крепко удерживает вертикальную ось с помощью стопорного винта. Рычаг  $L$  соединен на конце с одним из рычагов  $A$  с помощью винта  $a$ , так что при вращении этого винта вертикальная ось и азимутальная окружность перемещаются медленно.

Чтобы установить инструмент в истинно вертикальное положение, отвес, сделанный из тонкой серебряной проволоки, подвешен к небольшому крючку в верхней части вертикальной трубки  $n$ , соединенный скобами с одной из больших стоек. Отвес проходит под углом, в который он упирается, и с помощью винта может быть введен в ось трубы. Отвес на нижнем конце лески погружается в резервуар с водой  $t$ , чтобы контролировать его колебания, и опирается на полку, отходящую от одной из опор. На нижнем конце трубки  $n$  закреплены два микроскопа  $o$  и  $p$  под прямым углом друг к другу, и напротив каждого помещена маленькая пробирка, содержащая прозрачную точку. Затем отвес устанавливается в такое положение с помощью винтов  $d$ ,  $bi$

путем изменения подвеса самого отвеса, что изображение светящейся точки, подобной диску планеты, формируется на отвесе и точно делится им пополам. Затем вертикальная ось поворачивается, и отвес исследуется в каком-либо другом положении. Если светящаяся точка по-прежнему делится пополам, прибор действительно находится в вертикальном положении; но если этого не происходит, одну половину отклонения необходимо исправить с помощью винтов  $d$   $b$ , а другую половину - изменив подвеску линии до тех пор, пока деление пополам кругового изображения не станет совершенным в любом положении прибора. В

Прошло не так много лет с тех пор, как круговые повторяющиеся инструменты вошли во всеобщее употребление. Принцип, на котором основано построение повторяющегося круга, по-видимому, был впервые предложен профессором Майером из Геттингена в 1758 году; но первым человеком, который применил этот принцип для измерения окружности разделенного инструмента, был Борда, который примерно в 1789 году создал повторяющийся круг, который с равной легкостью измерял горизонтальные и вертикальные углы. Впоследствии мистер Троутон значительно улучшил конструкцию прибора Борда, внедрив несколько приспособлений, которые в то же время обеспечивают его превосходную точность и удобство в использовании; и его инструменты были установлены во многих обсерваториях. Круглые приборы большого масштаба были установлены в Королевской обсерватории Гринвича и в большинстве главных обсерваторий на Европейском континенте. Хотя все согласны с тем, что повторяющаяся окружность может обеспечить большую точность, чем любая другая, имеющая тот же радиус, все же есть некоторые возражения против ее использования, которые не относятся к окружности по высоте и азимуту. Ниже приведены основные возражения, изложенные в томе I. "Воспоминаний Лондонского астрономического общества". 1. Происхождение повторяющегося круга связано с *плохим разделением*, которое не должно допускаться ни в одном приборе при нынешнем уровне техники. 2. Есть три источника постоянной погрешности, которые невозможно устранить, поскольку они зависят больше от материалов, чем от изготовления; во-первых, нулевое значение уровня изменяется при изменении температуры; во-вторых, сопротивление центральной детали действию касательных винтов; и в-третьих, несовершенство винтов в обеспечении движения и фиксации постоянных положений. 3. Прибор с наибольшей выгодой применяется для наблюдения за медленно движущимися или циркумпольными звездами; но на малых высотах эти звезды видны вблизи горизонта, где им мешает рефракция. 4. Затрачивается много времени и труда, сначала на проведение наблюдений, а затем на их сокращение. 5. Когда какой-либо шаг в серии наблюдений оказывается неудачным, все время и труд абсолютно теряются. 6. Когда прибор оснащен телескопом небольшой мощности, наблюдения сопровождаются ошибками зрения, которые повторяющийся круг не исправит. 7. Этот прибор нельзя использовать ни как транзитный, ни как для определения точного меридиана места.

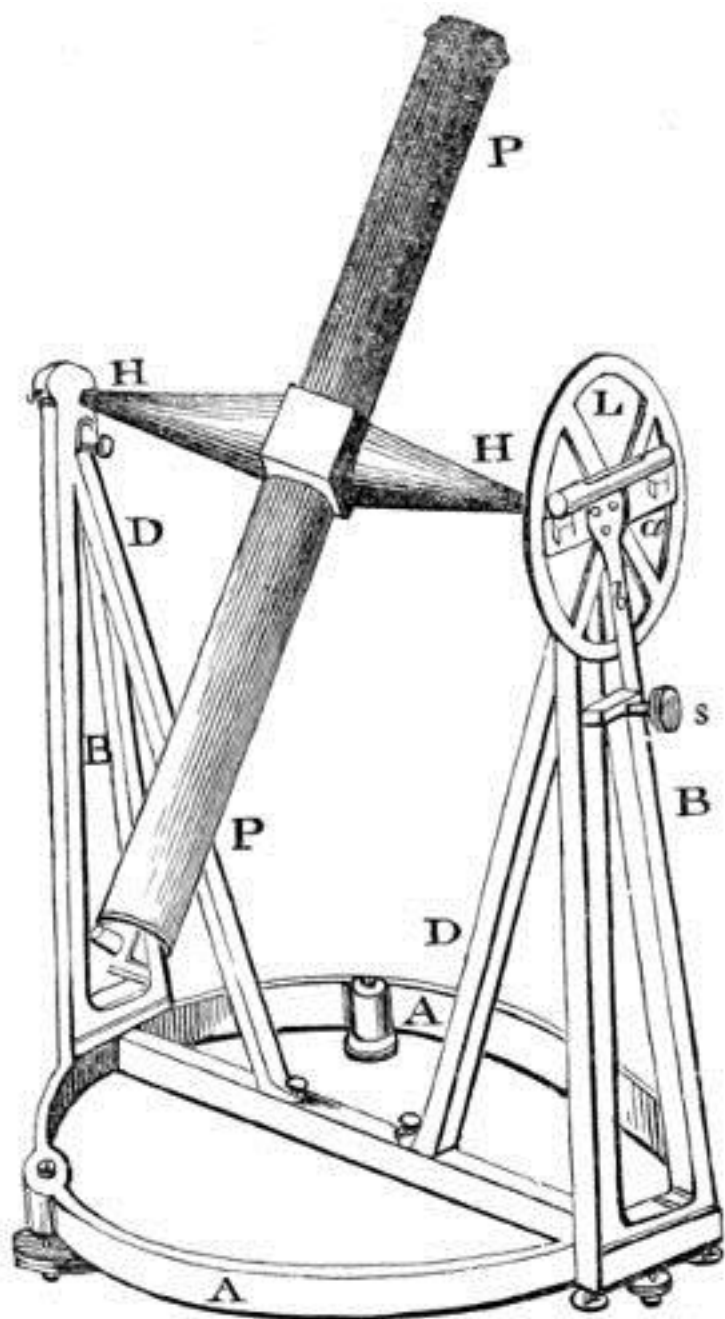
Необходимо большое разнообразие направлений, позволяющих изучающему практическую астрономию досконально понять этот инструмент и применять его на практике, что из-за ограниченного характера настоящей работы не позволяет нам подробно описать.—Поскольку этот инструмент состоит из множества сложных механизмов, он обязательно несколько дорогой. Шестидюймовый латунный астрономический круг для определения высот, зенитных или полярных расстояний, азимутов с ахроматическим телескопом и т. Д. Отмечен в каталоге астрономических инструментов господ У. и С. Джонсов стоимостью 27 миллионов фунтов стерлингов. Круг диаметром 12 дюймов стоит от 36 фунтов 15 центов до 68 фунтов 5 центов. 18-дюймовый такой же, лучшей конструкции, 105 фунтов. Более крупные астрономические круги

для общественных обсерваторий, от 100 до 1000 гиней и выше, в зависимости от их размера и особенностей их конструкции.

### *ТРАНЗИТНЫЙ ДОКУМЕНТ.*

Транзитный прибор предназначен для наблюдения небесных объектов при их прохождении через меридиан. Он состоит из телескопа, установленного под прямым углом к горизонтальной оси, которая должна поддерживаться таким образом, чтобы то, что называется *линией коллимации*, или линией визирования телескопа, могло перемещаться в плоскости меридиана. Этот инструмент был впервые изобретен Ромером в 1689 году, но с тех пор был значительно усовершенствован Троутоном, Джонсом и другими современными художниками. Транспортные средства можно разделить на два класса: *Переносные* и *Стационарные*. Портативный прибор, расположенный точно на меридиане и хорошо отрегулированный, может быть с успехом использован в качестве стационарного прибора в обсерватории, если его размеры таковы, что позволяют установить телескоп с фокусным расстоянием  $3\frac{1}{2}$  фута; но когда основная труба имеет длину всего от 20 до 30 дюймов с пропорциональным отверстием, она больше подходит для определения точного времени с помощью передвижного прибора; и, когда его перевозят на борту корабля, совершающего исследовательское путешествие, его можно взять с собой на берег в любом удобном месте для определения солнечного времени в этом месте и для корректировки суточного хода хронометра, дающего точное время. время на первом меридиане, так что долготу места наблюдения можно определить по разнице наблюдаемого и указанного времени после внесения соответствующих поправок.

*рисунок 90.*



Ниже приводится краткое описание одного из портативных транзитных приборов мистера Троутона. На рис. 90. PP - это ахроматический телескоп, прочно прикрепленный посередине к двойной конической и горизонтальной оси HH, оси поворота которой опираются на угловые подшипники, называемые Ys, в верхней части стандартов B, B, которые закреплены наклонными скобами DD, прикрепленными к центральной части круга, AA. В больших стационарных инструментах шарниры и угловые подшипники опираются на две массивные каменные колонны, заглубленные на несколько футов в землю, и иногда поддерживаются каменщиками для обеспечения идеальной устойчивости. Ось HH имеет две регулировки: одну для точного выравнивания, а другую для размещения телескопа на меридиане. Градуированный круг L прикреплен к концу оси, которая выходит за пределы одной из осей Ys, а два радиуса, на которых расположены нониусы aa, прикреплены к концам оси таким образом,

чтобы поворачиваться независимо от оси. К двойным нониусам прикреплен небольшой уровень и третий рычаг  $b$ , который соединен со стандартным нониусом  $B$  с помощью винта  $s$ . Если верньеры размещены с помощью уровня в истинно горизонтальном положении, когда ось телескопа горизонтальна, а рычаг  $b$  привинчен винтом  $s$  к стандартному  $B$ , верньеры всегда будут считывать наклон телескопа и позволят наблюдателю направить его на любую звезду с помощью высоты ее меридиана. Весь инструмент опирается на три ножных винта, вошедших в круг  $AA$ . В поле зрения телескопа находится несколько параллельных вертикальных проводов, пересекающихся под прямым углом с горизонтальным, и телескоп иногда снабжается диагональным окуляром для наблюдения за звездами вблизи зенита. Уровень также обычно прилагается к инструменту для того, чтобы расположить его горизонтально, прикладывая к шарнирам оси.

Для точной фиксации транзитного прибора на меридиане необходимы хорошие часы, настроенные на звездное время. Это регулирование может быть осуществлено путем измерения равных высот солнца или звезды до и после прохождения ими меридиана, что может быть сделано с помощью небольших квадрантов или хорошего секстанта. Затем ось  $H$  инструмента должна быть размещена горизонтально с помощью спиртового уровня, который сопровождает прохождение, и следует проявлять величайшую осторожность, чтобы ось зрения описывала в небесах большой круг сферы. Чтобы убедиться, находится ли телескоп в плоскости меридиана, понаблюдайте по часам, когда циркумпольная звезда, видимая в телескоп, проходит как выше, так и ниже полюса; и если времена описания восточной и западной частей ее окружности равны, телескоп находится в плоскости меридиана; в противном случае необходимо внести определенные корректировки. Когда телескоп по длине настроен идеально, необходимо зафиксировать наземную отметку на значительном расстоянии - чем больше, тем лучше. Эта отметка должна располагаться в горизонтальном направлении пересечения поперечных проводов и в месте, где она может быть освещена, по возможности, в ночное время, висящим рядом с ней фонарем; эта отметка, нанесенная на неподвижный объект, впоследствии всегда будет служить для определения положения телескопа.

Для точной установки транзитного прибора в плоскости меридиана требуются различные наблюдения и корректировки. Выполняется регулировка *уровня*—горизонтальная регулировка оси телескопа—размещение параллельных линий в фокусе бинокля таким образом, чтобы они были действительно вертикальными, и определение экваториального значения их интервалов—коллимация *по азимуту*, так что линия, проходящая от средней вертикальной линии к оптическому центру бинокля, находится под прямым углом к оси движения телескопа—коллимация *по высоте*, так что горизонтальная линия должна пересекать параллельные вертикальные линии, а не только под прямым углом, но также и в оптическом центре поля зрения - с различными другими деталями, но наше ограниченное пространство не позволяет нам вдаваться в подробности. Те, кто желает вникнуть во все мельчайшие детали, касающиеся конструкции и практического применения этого и других описанных выше инструментов, а также всех других инструментов, используемых практическим астрономом, найдут полное удовлетворение, ознакомившись с "Введением в практическую астрономию" преподобного доктора Пирсона, 4 т., том II.

Портативный транзитный инструмент с чугунной подставкой, осью длиной 12 дюймов и ахроматическим телескопом длиной около 20 дюймов, упакованный в футляр, продается примерно за 16 гиней: с подставкой в латунной рамке и другими дополнениями - примерно за 20

гиней. Транспортировочные инструменты больших размеров имеют большой вес пропорционально своему размеру и т.д.

### ГЛАВА III.

#### ОБ ОБСЕРВАТОРИЯХ.

Для того чтобы с удобством и эффектом проводить наблюдения за небесными телами, целесообразно, чтобы *обсерватория*, или место для проведения необходимых наблюдений, было построено в надлежащем месте. Ниже приведены некоторые из основных характеристик места, приспособленного для проведения астрономических наблюдений: 1. Оно должно охватывать обширный видимый горизонт со всех сторон, особенно на юге и севере. 2. Он должен быть немного приподнят над окружающими предметами. 3. Он должен находиться, по возможности, на значительном расстоянии от производственных предприятий и других объектов, выделяющих много дыма или паров, и даже от верхушек дымоходов, где заметного дыма не выделяется, поскольку нагретый воздух из верхних частей труб вызывает колебания в атмосфере. 4. Это место должно находиться на расстоянии от болотистой местности или долин, которые могут быть покрыты туманами и испарениями. 5. По возможности не следует находиться слишком близко к дорогам общего пользования, особенно вымощенным камнем, по которым часто проезжают тяжелые экипажи, поскольку в таких ситуациях могут возникать неровности и дрожащие движения, препятствующие проведению точных наблюдений с помощью градуированных приборов. 6. Целесообразно, чтобы астрономический наблюдатель имел доступ к какому-нибудь удаленному полю в пределах мили от обсерватории, на котором может быть установлена отметка меридиана, после того как его градуированные инструменты будут должным образом отрегулированы. Расстояние, на котором должна быть установлена отметка меридиана, будет частично зависеть от фокусного расстояния телескопа, обычно используемого для наблюдений за прямым восхождением и склонением звезд. Он должен быть установлен на таком расстоянии, чтобы отметку можно было отчетливо видеть без изменения фокуса телескопа при настройке на солнце или звезды, для чего в большинстве случаев потребуется находиться на расстоянии не менее полумили от места наблюдения и больше, если это возможно.

Обсерватории можно разделить на государственные и частные. *Частная* обсерватория может располагаться в сравнительно небольшом здании или в крыле здания обычных размеров для семьи, при условии, что обстановка приспособлена к этому. Большинство наших густонаселенных городов, изобилующих узкими улочками и переулками, как правило, непригодны для хороших обсерваторий, если только они не расположены на возвышенности на их концах. Общественным обсерваториям, где используется большое разнообразие инструментов и где работают разные наблюдатели, требуются здания больших размеров, разделенные на значительное количество квартир. *Гринвичская* обсерватория состоит в основном из двух отдельных зданий, одно из которых является собственно так называемой обсерваторией, где живет ассистент и проводит все свои наблюдения; другое - жилой дом, в котором проживает королевский астроном. Первый состоит из трех комнат на первом этаже, в середине которых находится гостиная ассистента и комната для расчетов, обставленная небольшой библиотекой, состоящей только из тех книг, которые необходимы для его вычислений, и точными часами, изготовленными знаменитым Грэмом, которые когда-то служили доктору Галлею транспортными часами. Сразу за этим находится спальня ассистента с сигнализацией, позволяющей разбудить его и сделать свои наблюдения в нужное время.

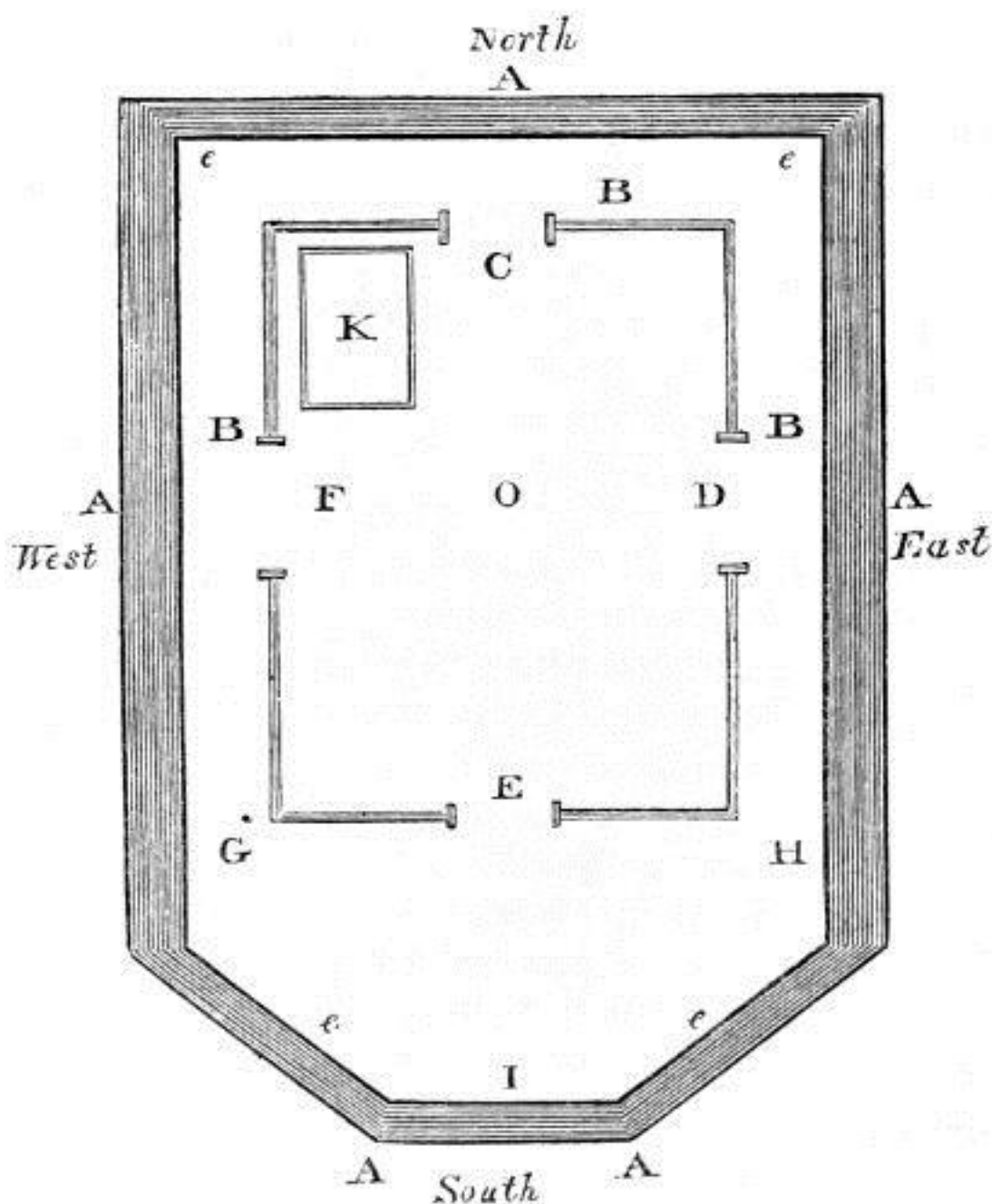
Комната на восточной стороне называется *транзитной* комнатой, в которой находится 8-футовый транзитный инструмент с осью в 3 фута, опирающийся на 2 куска камня, изготовленный мистером Бердом, но последовательно усовершенствованный господами Дж. Доллон, Троутон и другие. Здесь также есть стул для наблюдения, спинка которого опускается на любую высоту, которая может потребоваться для удобства. На западной стороне находится *четырёхугольная комната* с каменным пирсом посередине, идущим с севера на юг, с восточной стороны которого находится фресковый квадрант радиусом 8 футов, с помощью которого производятся наблюдения за южной четвертью меридиана, через отверстие в крыше шириной 3 фута, образованное с помощью двух раздвижных ставней. На западной стороне находится еще один сектор фрески радиусом 8 футов, каркас которой сделан из железа, а арка из латуни, которая иногда наносится на северную четверть меридиана. В той же комнате находится знаменитый зенитный сектор длиной 12 футов, с помощью которого доктор Брэдли проводил наблюдения, которые привели к открытию нутации земной оси и аберрации света неподвижных звезд. Здесь также представлены "Отражающий квадрант" доктора Гука и "Три хранителя времени" Харрисона. На южной стороне этой комнаты возведено небольшое деревянное здание для наблюдения за затмениями спутников Юпитера, затенением звезд луной и другими явлениями, требующими простого использования телескопа и определения истинного или среднего времени. Он оснащен раздвижными жалюзи на крыше и по бокам, позволяющими просматривать любую часть полушария от Основной вертикали до южного горизонта. Он содержит 40-дюймовую ахроматику с тройным предметным стеклом, а также 5-футовую ахроматику от Messrs. Джон и Питер Доллонд - 2-футовый телескоп-рефлектор фирмы Edwards и 6-футовый рефлектор фирмы Herschel. Над жилым домом находится большая восьмиугольная комната, которая служит хранилищем некоторых старых инструментов, а также тех, которые слишком велики, чтобы их можно было использовать в других квартирах. Среди многих других инструментов он содержит превосходный 10-футовый ахроматический прибор фирмы Dollond и 6-футовый отражатель фирмы Short. На платформе, на открытом пространстве, установлен большой телескоп-рефлектор, сконструированный мистером Рэймиджем из Абердина по принципу Гершеля, который имеет зеркало диаметром 15 дюймов и фокусным расстоянием 25 футов, замечательное большой точностью и яркостью, с которой оно показывает небесные объекты. В последние годы в этой обсерватории появились различные другие инструменты большого размера и современной конструкции, такие как большой и великолепный транзитный инструмент, сконструированный Троутоном в 1816 году, — два больших *настенных круга* работы Троутона и Джонса, — транзитные часы работы мистера Харди и несколько других инструментов и приспособлений, перечислять и описывать которые было бы слишком утомительно.

Каждая обсерватория, будь то государственная или частная, должна быть оснащена следующими приборами. 1. Транзитный прибор для наблюдения за меридиональным движением солнца, планет и звезд. 2. Хорошие часы, на точность которых можно положиться. 3. Ахроматический телескоп с фокусным расстоянием не менее 44 дюймов и мощностью от 45 до 180 для наблюдения планетарных и других явлений - или хороший телескоп-рефлектор длиной не менее 3 футов и диаметром зеркала 5 дюймов. 4. Экваториальный инструмент для наблюдения за звездами и планетами в дневное время и для определения правильного восхождения и склонения кометы или любого другого небесного явления. При наличии этого прибора и в случаях, когда не требуется высокой точности, экваториальный может быть приспособлен для общих целей транзитного прибора.

Частная обсерватория может быть построена в любом доме, откуда открывается потрясающий вид на небо, при условии, что в нем есть квартира, в которой могут быть размещены окна или вырезаны проемы, выходящие на север, юг, восток и запад. У автора этой работы есть небольшая обсерватория, установленная на крыше его дома, откуда открывается вид на 20 миль к востоку, 30 миль к западу и северо-западу и примерно на 20 миль к югу, на высоте более 200 футов над уровнем моря, и на берега реки Тэй, которые находятся примерно в полумиле от него. Квартира имеет длину  $12\frac{1}{2}$  футов, ширину  $8\frac{1}{2}$  и расстояние между полом и крышей  $8\frac{1}{2}$  футов. В нем есть отверстие на севере, через которое можно производить наблюдения за полярной звездой; окно на юге, через которое можно наблюдать за прохождением небесных тел по меридианам; другое отверстие на востоке и четвертое отверстие, состоящее из двери, на западе. Снаружи, вокруг всего помещения обсерватории, выложено свинцовое покрытие, окруженное каменным парапетом высотой 3 с половиной фута, верхняя часть которого выложена широкими плоскими камнями, в определенных частях которых сделаны углубления для установки ножек пьедестала ахроматического телескопа, которые образуют устойчивую опору для телескопа на открытом воздухе, когда погода тихая и безмятежная и когда предполагается проводить наблюдения в любой области неба. Поместив инструмент на этот парапет, его можно направить в любую точку небесного свода, за исключением небольшого участка у северного горизонта, который частично перекрыт небольшим холмом. На следующем плане местности, рис. 91. AAA - парапет, окружающий помещение обсерватории; BBB - обход вокруг него шириной почти 3 фута, покрытый свинцом. O - помещение для обсерватории, имеющее проем C на север, другой проем D на восток, E - окно, выходящее на юг, а F - дверь, выходящая на запад, через которую получается доступ на открытую площадку снаружи. GHI - это область с внешней стороны к югу, покрытая свинцом, длиной 15 футов от точки G до точки H и  $6\frac{1}{2}$  футов от точки E до точки I, с которой открывается превосходный вид на южную, восточную и западную части неба: eeee - это позиции на вершине парапета, где можно удобно разместить телескоп, когда предполагается проводить наблюдения на открытом воздухе. Верхушка этого парапета приподнята примерно на 30 футов от уровня земли. На крыше обсерватории, примерно в 12 футах над ее полом, снаружи находится платформа из свинца, окруженная перилами размером 6 на 5 футов, с сиденьем, с которого иногда можно производить наблюдения как за небесными, так и за земными объектами. K - это дверь или люк, который образует вход в обсерваторию из нижних помещений, который складывается и образует часть пола.

*рисунок 91.*



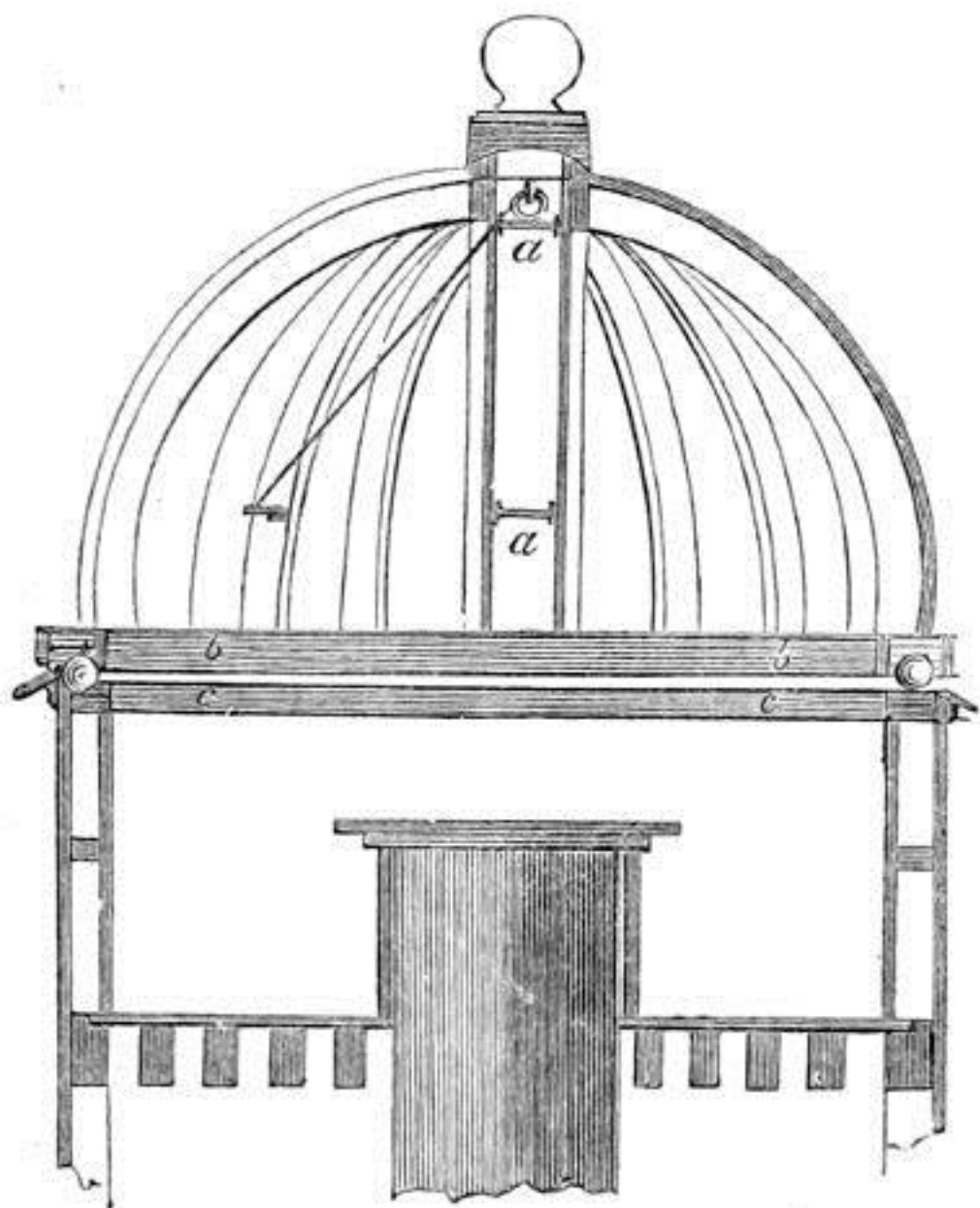


При виде здания в перспективе, изображенного на титульном листе, положение и общий вид обсервационной части здания могут быть более отчетливо видны.

В общественных обсерваториях, где требуется измерить зенитные или полярные расстояния, необходимо наличие купола с отверстием поперек крыши и вдоль северной и южной стен. Если использовать круг высоты или азимута, или экваториальный прибор, то для них потребуется вращающаяся крыша с отверстиями и дверями на двух противоположных сторонах, чтобы наблюдатель мог следить за небесным телом по всем сторонам света. Ширина отверстий может составлять около 15 дюймов, а крыша не должна быть больше, чем требуется для предоставления места наблюдателю и прибору, чтобы его объем и тяжесть не препятствовали его легкому перемещению. Для вращающихся куполов были приняты различные планы. На рис.

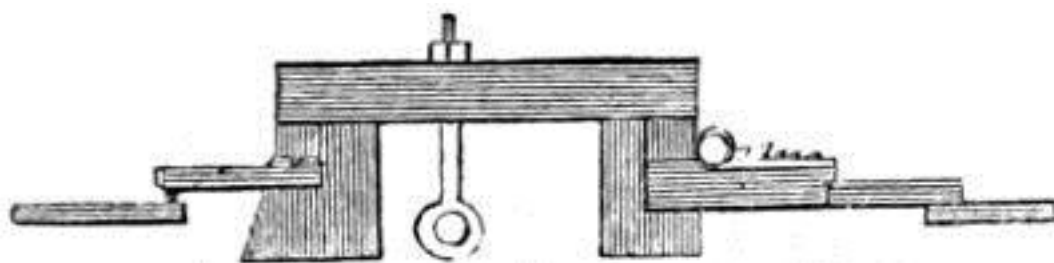
92 представлена секция вращающегося купола, построенного в Ист-Шине преподобным доктором Пирсоном. Этот купол вращается на трех отдельных сферах из *lignum vitae* в виде круглого ложа, образованного частично куполом, а частично цилиндрическим каркасом, который окружает круглую комнату диаметром 9 футов. Секция этого основания образует квадрат, который сфера просто заполняет, чтобы иметь небольшой зазор для сжатия; и, когда купол перемещают по кругу, сферы, имеющие точно равные диаметры по 4/4 дюйма каждая, когда они размещены на равных расстояниях друг от друга, сохраняют свои относительные положения и перемещаются вместе красиво и плавно. Эти сферы действуют как фрикционные ролики в двух направлениях в четырех точках соприкосновения на случай, если их поступательному движению будет препятствовать какое-либо препятствие из-за попадания грязи или любого изменения формы дерева, из которого состоят кольца купола и трапа. Канавка здесь не сделана, но зависит от веса крыши, опирающейся на твердую сферу. Сам купол дважды поворачивается для шариков, и, таким образом, его трение уменьшается. Древесина этого купола покрыта патентованной медью Уайатта, один квадратный фут которой весит более фунта; и медь так натянута на гвозди, которыми она крепится в местах соединения, что во всем куполе не видно ни одного гвоздя. Это покрытие призвано сделать купол более прочным, чем если бы он был сделан только из дерева. В обсерватории в Кембридже купол сделан в основном из железа. На рисунке *a, a* представляет одну из двух продолговатых дверей, которые соединяются на вершине конуса, и кусок листовой меди, загнутый над верхним концом двери, которая закрывается последней, предохраняет от попадания дождя в место соединения. Две половины купола соединены латунными стержнями, проходящими через дверные щечки обшивки в местах *a* и *a* с помощью гаек, которые навинчиваются на их концы, что позволяет разделить купол на две части, когда может возникнуть необходимость его смещения. Деревянная пластина *bb*, расположенная по прямой линии, представляет собой круглое широкое кольцо, к которому крепятся обшивочные доски над карнизом, а *cc* - аналогичное кольцо, образующее настенную плиту или трап, на который опирается и вращается купол.

*рисунок 92.*



z 5

рисунок 92\*.



На рис. 92\* показана маленькая дверца, которая находится на вершине купола и может открываться отдельно для наблюдения в зенит; металлический стержень с кольцом на нижнем

конце, проходящий через нее, служит для открывания и закрывания этой двери и в то же время несет на своем верхнем конце большой шар, который падает обратно на крышу, когда дверь открыта, и удерживает дверь в положении, при котором на нее можно воздействовать с помощью крючка ручки, которая используется для этой цели. Поскольку двери *aa* изогнуты, они делятся на две половины, причем верхняя открывается первой, поскольку она закрывает конец другой; и наблюдатель может открыть одну или две двери так, как это лучше всего соответствует его цели. Вес этого купола таков, что пара клиньев, вставленных легким ударом между кольцами *bb* и *cc*, удержат его в нужном положении под воздействием самого сильного ветра.

Не будет лишним отметить, что во всех обсерваториях и в каждом помещении, где производятся наблюдения за небесными телами, должна, по возможности, поддерживаться одинаковая температура; и, следовательно, в таких местах никогда не следует разводить огонь, особенно когда предполагается проводить наблюдения, поскольку это вызвало бы приток воздуха через двери и другие отверстия, что нанесло бы ущерб точности наблюдений. Когда в обычной квартире, где горит камин, открывается окно, возникает поток нагретого воздуха, который вырывается вверх, и поток холодного воздуха, который врывается снизу, создавая волнения и колебания, которые не позволяют даже в хороший телескоп видеть небесные объекты отчетливо и четко очерченными; и я не сомневаюсь, что многие молодые наблюдатели были разочарованы в своих взглядах на небесные явления из-за этого обстоятельства, когда рассматривали небесные тела из отапливаемых комнат холодными зимними вечерами; поскольку воздушные колебания перед телескопом препятствуют отчетливому видению таких объектов, как пояса звезд. Юпитер, пятна Марса и кольца Сатурна.

## ГЛАВА IV.

### *НА ПЛАНЕТАРИЯХ.*

Планетная система - это машина для представления порядка, движений, фаз и других явлений планет. Хотя планетарии используются не так часто, как полвека назад, тем не менее, поскольку они, как правило, помогают астрономическим специалистам в отношении движений, порядка и положений тел, составляющих солнечную систему, может оказаться нецелесообразным кратко описать принципы и конструкцию некоторых из этих машин.

Причина, по которой таким машинам сначала было дано название *Orrery*, как говорят, заключалась в следующем обстоятельстве. Мистер Роули, производитель математических приборов, получил один из них от мистера Джорджа Грэхема, первого изобретателя, для отправки за границу с некоторыми из его собственных инструментов, он скопировал его и изготовил первый для графа Оррери. Сэр Р. Стил, который ничего не знал о машинном мышлении мистера Грэхема, чтобы отдать должное первому вдохновителю, а также изобретателю такого любопытного инструмента, назвал его *Планетарием* и похвалил мистера Роули, как подобает мистеру Грэхему. Конструкция таких машин не является современным изобретением. Полая сфера Архимеда была частью механизма такого рода, предназначавшегося для отображения движения солнца, Луны и пяти планет в соответствии с системой Птолемея. Следующей планетой, о которой у нас есть какие-либо сведения, была планета Посидония, жившего примерно за 80 лет до христианской эры, о которой Цицерон говорит: 'Если бы кто-нибудь перенес сферу Посидония в Скифию или Британию, при каждом обороте которой движения солнца, луны и пяти планет были такими же, как на небесах, каждый день и ночь, кто в этих варварских странах мог бы усомниться в том, что она была закончена —

чтобы не сказать приведена в действие — совершенным разумом?’ Следующая машина такого рода, о которой сохранились исторические свидетельства, была сконструирована знаменитым христианским философом Боэцием примерно в 510 году от Рождества Христова, о которой было сказано, что ‘это была машина, наполненная вселенной - переносное небо — сборник всех вещей’. После этого периода мы не находим сколько-нибудь заметных примеров такого механизма вплоть до 16 века, когда наука начала возрождаться, а искусство процветать. Примерно в это же время во дворце Хэмптон-Корт были сконструированы любопытные часы, которые показывают не только время суток, но и движение солнца и луны по всем знакам зодиака, а также другие небесные явления. Другим механизмом аналогичного типа являются часы в Страсбургском соборе, в которых, помимо часовой части, находится небесный глобус или сфера с движениями солнца, луны, планет и небесного свода с неподвижными звездами, который был закончен в 1574 году.

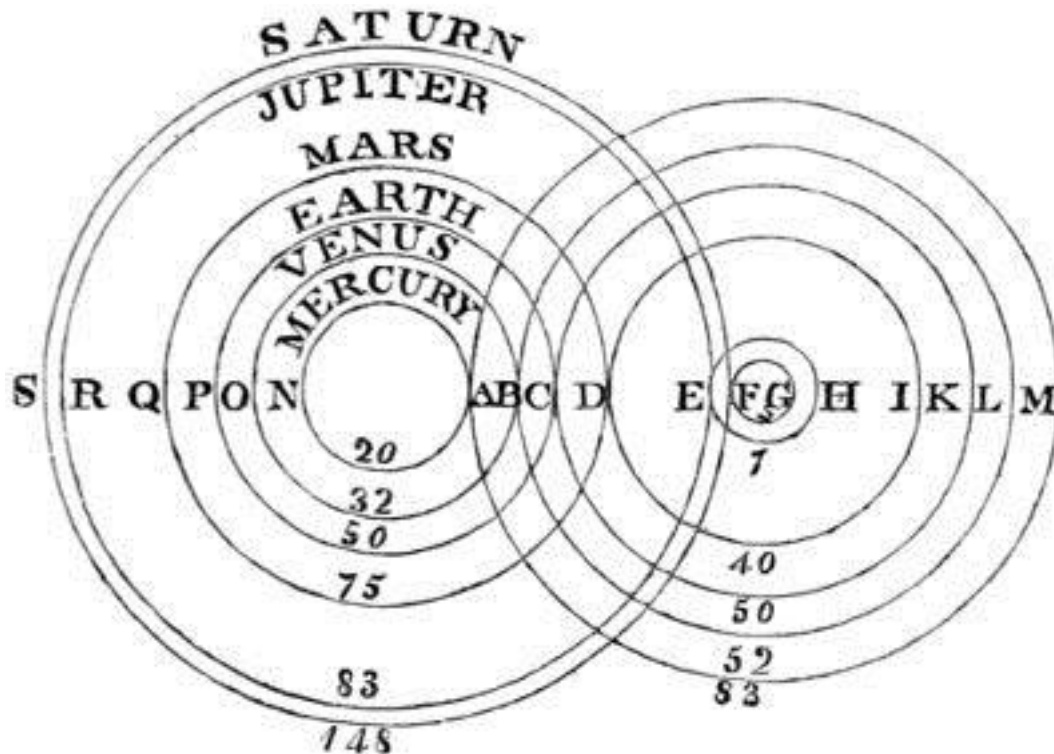
Среди самых больших и полезных механизмов такого рода - огромная сфера, установленная доктором Лонгом в Пембрук-холле в Кембридже. Эта машина, которую он назвал *Ураном*, состоит из планетария, который демонстрирует движение земли и основных планет, солнца и движение Луны вокруг земли, все это заключено в сферу. На сфере, помимо основных кругов небесного шара, помещен Зодиак шириной, достаточной для того, чтобы вместить видимый путь Луны, со всеми звездами, над которыми может проходить луна, а также эклиптику и гелиоцентрические орбиты всех планет. Земля в планетарии имеет подвижный горизонт, по отношению к которому может быть установлен большой подвижный латунный круг внутри сферы, представляющий плоскость горизонта, продолжающуюся до звездного неба. При повороте горизонты опускаются ниже звезд на восточной стороне, и кажется, что они восходят, и поднимаются выше звезд на западной стороне, и кажется, что они заходят. С другой стороны, поскольку земля и горизонт находятся в состоянии покоя, сфера может вращаться, чтобы представить видимое суточное движение небес. Чтобы реализовать свою идею в больших масштабах, Доктор соорудил сферу диаметром 18 футов, в которой могли бы удобно разместиться более 30 человек, вход в которую находится над Южным полюсом, через шесть ступенек. Каркас сферы состоит из ряда железных меридианов, северные концы которых привинчены к большой круглой латунной пластине с отверстием в центре; через это отверстие из балки в потолке выходит северный полюс, круглый железный стержень длиной около трех дюймов, который поддерживает верхнюю часть сферы на должной высоте для широты Кембриджа, причем та ее часть, которая невидима в Англии, срезана, а нижние или южные концы меридианов заканчиваются и привинчены к прочному дубовому кругу диаметром 13 футов, который, когда балка в потолке поднимается на высоту около сферы приводится в движение, вращается на больших валках из *lignum vitae*, подобно тому, как вращаются верхушки некоторых ветряных мельниц. На железных меридианах закреплен жестяной зодиак, окрашенный в синий цвет, на котором нарисованы эклиптические и гелиоцентрические орбиты планет, а также звезды и созвездия. Все это вращается с помощью небольшой лебедки, затрачивая так же мало труда, как и на подъем Домкрата, хотя вес железного, жестяного и деревянного круга превышает тысячу фунтов. Эту машину, хотя сейчас ее несколько пренебрегают, все еще можно увидеть в Пембрук-холле в Кембридже, где у меня была возможность осмотреть ее в ноябре 1839 года. Основные части машины по-прежнему остаются почти в том же состоянии, что и при первоначальной конструкции в 1758 году.

Машина, которую я сейчас опишу, имеет гораздо меньшие размеры и менее сложное описание, чем та, что была отмечена выше, и может быть изготовлена за сравнительно небольшие

затраты, в то время как она с достаточной точностью отображает движения, фазы и положения всех первичных планет, за исключением новых планет, которые не могут быть точно представлены из-за пересечения их орбит друг с другом. Для строительства Планетария, на который я ссылаюсь, мы должны сравнить соотношение ежегодных оборотов основных планет и Земли. Это соотношение выражено в следующей таблице, в которой в первом столбце указано время земного периода в днях; во втором - время планет; а в третьем и четвертом приведены числа, почти равные друг другу.

|     |                       |       |       |               |
|-----|-----------------------|-------|-------|---------------|
| 365 | : 88                  | :: 83 | : 20  | для Меркурия. |
| 365 | : 224 $\frac{2}{3}$   | :: 52 | : 32  | для Венеры.   |
| 365 | : 687                 | :: 40 | : 75  | для Марса.    |
| 365 | : 4332 $\frac{1}{2}$  | :: 7  | : 83  | для Юпитера.  |
| 365 | : 10759 $\frac{2}{3}$ | :: 5  | : 148 | для Сатурна.  |
| 365 | : 30686               | :: 3  | : 253 | для Урана.    |

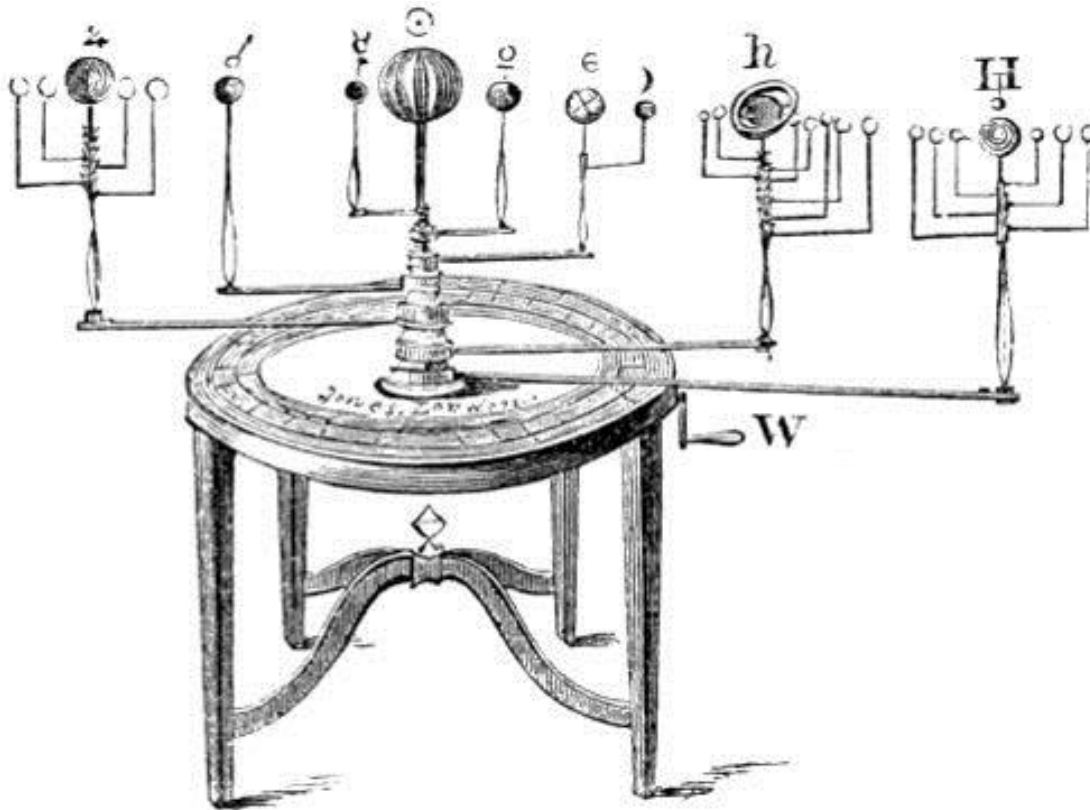
рисунк 93.



Из-за количества зубьев, необходимых для колеса, приводящего в движение Уран, его часто опускают в Планетариях или планету помещают на опору, поддерживающую Сатурн. Если мы теперь предположим шпиндель или оправку с шестью колесами, закрепленными на нем в горизонтальном положении, имеющими количество зубьев в каждом, соответствующее числам в третьем столбце, а именно колесо AM (рис. 93) из 83 зубьев, BL из 52, СК из 50 для земли, DI из 40, EH из 7 и FG из 5; и другой набор колес, свободно перемещающихся вокруг оправки, имеющей количество зубьев в четвертом столбце, а именно AN из 20, BO из 32, CP из 50 — для земли; DQ из 75, ER из 83, и FS из 148. Затем, если эти две оправки неподвижного и подвижного колес будут изготовлены соответствующего размера и закреплены на указанном здесь

расстоянии, зубья первого будут захватывать зубья второго и свободно поворачивать их, когда машина находится в движении. Эти оправки с их колесами должны быть помещены в коробку соответствующего размера в перпендикулярном положении; оправка из неподвижных колес должна поворачиваться на шарнирах сверху и внизу коробки, а оправка подвижных колес должна проходить через верхнюю часть коробки и иметь закрепленную на верхней части проволоку, согнутую на надлежащем расстоянии под прямым углом вверх, с небольшим круглым шариком, представляющим соответствующую планету. Если затем на нижней части оправки с неподвижными колесами разместить шестерню с винтовыми зубьями, то лебедка, вращающая шпindel бесконечным винтом, играющим в зубьях оправки, повернет его всеми своими колесами, и эти колеса будут вращать другие с их планетами в соответствующие промежутки времени. Ибо, в то время как неподвижное колесо СК совершает одинаковый оборот СР один раз, колесо АМ совершит оборот АН чуть более четырех раз и, следовательно, будет демонстрировать движение Меркурия; колесо ЕН повернет колесо ЕР примерно на  $1/12$  оборотов, представляя пропорциональное движение Юпитера; а колесо FG повернет колесо FS примерно на  $1/29,5$  оборота и представляя движение Сатурна и, следовательно, всего остального.

рисунок 94.



Следующий рисунок (рис. 94.) представляет внешний вид инструмента после завершения работы. В верхней части круглого прямоугольника наклеен Зодиакальный круг, разделенный на 12 знаков, а каждый знак - на 30 градусов, с соответствующими днями месяца.

Подразумевается, что колесо находится внутри коробки, которая может поддерживаться либо штативом, либо четырьмя ножками, как показано здесь. Луну и спутники Юпитера, Сатурна и Урана можно перемещать только рукой. Когда поворачивается лебедка W, все основные

планеты начинают двигаться с соответствующими скоростями. Шар в центре символизирует Солнце, которое сделано либо из латуни, либо из дерева с позолотой.

В этом Планетарии, какой бы простой ни казалась его конструкция, могут быть организованы различные интересные выставки и решены задачи, которые могут способствовать обучению юных студентов астрономии. Я упомяну лишь некоторые из них в качестве примеров.

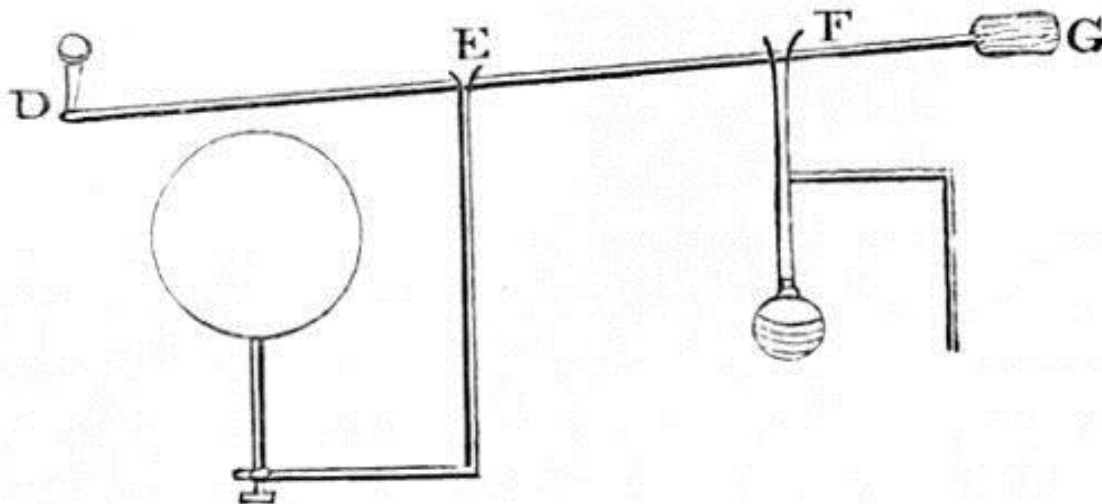
1. Когда планеты располагаются в их соответствующих положениях с помощью Эфемерид или Навигационного календаря, можно сразу определить относительное положение этих тел друг относительно друга, стороны неба, где их можно наблюдать, и будут ли они видны утром до восхода солнца или вечером после захода солнца. Например, 19 декабря 1844 г. *гелиоцентрические* положения планет следующие: —Уран  $2^{\circ}$  Овна; Сатурн  $8^{\circ} 27'$  Водолея; Юпитер  $7^{\circ} 4'$  Овна; Марс  $12^{\circ} 45'$  Весов; Земля  $27^{\circ} 46'$  Близнецов; Венера  $29^{\circ} 48'$  Девы; Меркурий  $7^{\circ} 53'$  Рыб. Когда планеты размещены в планетарии в этих положениях, а глаз расположен на одной линии с шарами, представляющими Землю и Солнце, все те, что расположены слева от солнца, находятся к востоку от него и видны вечером, а те, что справа, - утром. В данном случае Уран, Сатурн, Юпитер и Меркурий являются вечерними звездами, а Марс и Венеру можно увидеть только утром. Юпитер находится в аспекте, близком к *квартилю*, или в 3 знаках, удаленных от солнца, и Уран находится почти в том же аспекте. Сатурн намного ближе к Солнцу, а Меркурий недалеко от периода своего наибольшего *восточного* удлинения. Марс недалеко от того, чтобы находиться в аспекте *квартиля*, к *западу* от солнца, а Венера находится около той же точки небосвода, приближаясь к периоду своего наибольшего *западного* удлинения, и, следовательно, будет видна перед восходом солнца как прекрасная утренняя звезда. Юпитер и Уран, расположенные к востоку от солнца, находятся почти прямо напротив Венеры и Марса, которые находятся к западу от солнца. Фаза [47](#) Венеры близка к фазе полумесяца, а Меркурий несколько выпуклый, приближающийся к фазе полумесяца. Если теперь мы повернем машину с помощью лебедки до тех пор, пока указатель земли не укажет на 8 августа 1845 года, мы обнаружим планеты в следующих положениях: Марс и Сатурн находятся почти напротив солнца; Венера и Меркурий - вечерние звезды, расположенные на небольшом расстоянии друг от друга, а Юпитер - утренняя звезда. Аналогичным образом, если мы повернем машину так, чтобы указатель указывал на любые будущие месяцы или даже последующие годы, различные аспекты и положения планет могут быть ясно видны. Когда планеты приводятся в движение лебедкой в этой машине, мы видим их все *сразу* в движении вокруг Солнца, с теми же соответствующими скоростями и периодами обращения, которые они имеют на небесах. Поскольку планеты представлены в предыдущих положениях, Меркурий, Юпитер и Марс являются вечерними звездами, а Венера, Сатурн и Уран - утренними звездами, если мы предположим, что земля расположена на одной линии с нашим глазом и солнцем.

2. С помощью этого инструмента ясно представлена истина Коперника, или Солнечной системы. Когда планеты находятся в движении, мы воспринимаем планеты Венера и Меркурий как проходящие как перед солнцем, так и позади него и имеющие два соединения. Мы наблюдаем, что Меркурий никогда не находится более чем на определенном угловом расстоянии от солнца, если смотреть с земли, а именно на  $27^{\circ}$ , а Венера - на  $47^{\circ}$ . Мы понимаем, что высшие планеты, особенно Марс, иногда будут намного ближе к земле, чем на других, и поэтому должны казаться больше в одно время, чем в другое, поскольку они действительно появляются на небесах. Мы видим, что с земли не может казаться, что планеты движутся с одинаковой скоростью; ибо при приближении они кажутся движущимися быстрее, а при



наибольшем удалении - медленнее. Мы также наблюдаем, что планеты, видимые с земли, иногда движутся *прямо* или с запада на восток, затем становятся ретроградными или с востока на запад, а между тем и другим - *неподвижными*. Все эти подробности в точности соответствуют наблюдениям за небесными телами. Для иллюстрации этих деталей есть простое устройство, представленное на рис. 95, которое состоит из полой проволоки с прорезью наверху, которая надевается на рукав Меркурия или Венеры в точке E. Рычаг DG представляет собой луч света, идущий от планеты в точке D к земле в точке F. Поскольку планеты находятся в движении, планета D, если смотреть на небо с земли в точке F, претерпит несколько изменений положения, которые мы описали выше, иногда кажется, что она движется назад, а в другое время вперед. Проволочная опора, которую сейчас предполагается разместить над Меркурием в точке E, может быть точно так же размещена над любой другой планетой, особенно Марсом, и будут наблюдаться аналогичные явления.

рисунки 95.



Эта машина также может быть использована для демонстрации ложности системы Птолемея, которая помещает Землю в центр и предполагает, что солнце и все планеты вращаются вокруг нее. Для этой цели шар, представляющий Солнце, снимается и помещается на проволоку или столб, поддерживающий Землю, а шар, представляющий Землю, помещается в центр. Тогда будет замечено, что планеты Меркурий и Венера, находясь обе в пределах орбиты Солнца, никогда не могут быть замечены заходящими за него, тогда как на небесах мы так же часто видим, как они заходят за солнце, как и перед ним. Опять же, это показывает, что, поскольку планеты движутся по круговым орбитам вокруг центральной части Земли, они должны всегда казаться одинаковой величины; в то время как, наоборот, мы наблюдаем, что их видимые величины на небесах очень изменчивы; Марс, например, иногда кажется почти таким же большим, как Юпитер, а в другое время только как маленькая неподвижная звезда. Опять же, здесь показано, что планеты можно видеть на любых расстояниях от солнца; например, когда солнце садится, Меркурий и Венеру, согласно этому расположению, можно увидеть не только на юге, но даже в восточной четверти неба — явление, которое никогда еще не наблюдалось ни в одну эпоху; Меркурий никогда не появлялся дальше  $27^\circ$  от Солнца, а Венера - дальше  $48^\circ$ . Короче говоря, согласно представленной таким образом системе, видно, что все движения

планет должны быть регулярными и равномерно одинаковыми во всех частях их орбит, и что все они должны двигаться одинаково, а именно с запада на восток; тогда как на небесах видно, что они движутся с переменной скоростью, иногда кажутся неподвижными, а иногда движутся с востока на запад и с запада на восток. Все эти обстоятельства ясно доказывают, что птолемеевская система не может быть истинной системой мироздания.

Планетарий, подобный описанному сейчас, можно было бы построить с использованием латунных колес примерно за 5 гиней. Латунное колесо одного из них, которое я давнokonструировал, стоило около 3 гиней, а другие части аппарата примерно на 2 гиней дороже. Ниже приведены цены на некоторые инструменты такого типа, изготовленные господами. Джонс, 30 лет, Лоуэр-Холборн, Лондон. "Планетарий, показывающий движения Земли, Луны и низших планет, Меркурия и Венеры, с помощью колес, доска, по которой перемещается инструмент, имеет диаметр 13 дюймов, 4: 14,6 фунтов стерлингов".

"Планетарий, показывающий движения всех основных планет с помощью колес с глобусами, оклеенными обоями диаметром 1½ дюйма или 3 дюйма, - в зависимости от формы колеса и аккуратности стендов, от 7: 17,6 фунтов стерлингов до 10: 10 фунтов стерлингов". "То же самое с помощью колес, чтобы показать параллельность Земной оси, движения Луны, ее фазы и т. Д., 18: 18 фунтов стерлингов. " "То же самое, с вращением колеса, чтобы показать суточное движение Земли, на латунной подставке в футляре из красного дерева, 22: 1 фунт стерлингов". "Маленький теллурист, показывающий движение Земли и Луны, и т. Д., 1: 8 фунтов стерлингов".

#### ПЛАНЕТАРИЙ ХЕНДЕРСОНА.

Ниже приводится описание самого полного и точного планетария, который я когда-либо видел. Расчеты заняли более восьми месяцев. За эту статью я в долгу перед моим образованным и изобретательным другом доктором Хендерсоном, Ф.Р.А.С., который известен многим моим читателям своими превосходными астрономическими трудами.

рисунок 96.



Секция планетарного колеса для отображения с предельной степенью точности средних тропических оборотов планет вокруг Солнца, рассчитанных Э. Хендерсоном, доктором юридических наук.

В приведенном выше разделе темные горизонтальные линии обозначают механизм вращения Планетария, а прилагаемые цифры - количество зубьев в данном колесе. Машина имеет три оси, обозначенные буквами А, В, С. Предполагается, что ось "С", "годовая ось", совершает один оборот за 365,242,236 дня, или за 365 дней  $5^{\text{ч}} 48^{\text{м}} 49,19^{\text{с}}$ , и оснащена колесами 17, 44, 54, 36, 140, 96, 127, 86, все колеса которого прочно приклепаны к указанной оси, и, следовательно, они вращаются вместе с ней в одно и то же время. Ось "В" является крепежным элементом; она состоит из стального стержня, на котором вращается система пар колес; таким образом, колеса 40 и 77 скреплены друг с другом посредством приклепки к одной и той же цанге, представленной толстым темным пространством между ними, как и у остальных: несколько колес на этой оси могут быть записаны следующим образом;  $^{40}/_{77}$ ,  $^{49}/_{129}$ ,  $^{20}/_{94}$ ,  $^{79}/_{81}$ , 30,  $^{27}/_{50}$ ,  $^{41}/_{65}$ ,  $^{59}/_{65}$ , 96,  $^{77}/_{47}$ ,  $^{67}/_{42}$ . На оси А вращается система колес, снабженных трубками, и эти трубки несут горизонтальные рычаги, поддерживающие перпендикулярные стержни с планетами. Колеса на этой оси: 173,  $^{117}/_{190}$ , 111, 119,  $^{122}/_{130}$ ,  $^{123}/_{127}$ , 83, 239, 96, 128, 72. Предполагается, что из следующего краткого описания будет легко понятен характер их нескольких действий, а именно:

#### ПЕРИОД МЕРКУРИЯ.

По оси "с" внизу колесо 86, который оборачивается в 365 дней,  $5^{\text{ч}} 48^{\text{м}} 49,19^{\text{с}}$ , это колесо побуждает маленькое колесо от 22 зубьев, на которые производится быстро колесо 67, одновременно вращаясь вместе у подножия оси В; 67 диски колеса колесо 72, так как в период 87 дней,  $23^{\text{ч}} 14^{\text{м}} 36,1^{\text{с}}$ : этот последний колесо имеет длинную трубку, что получается на стальной оси, и несет горизонтальная рукоятка с планеты Меркурий вокруг Солнца в раз выше.

#### ПЕРИОД ВЕНЕРЫ.

На оси "С" расположено колесо 127, приводящее в движение колесо 47, к которому приковано колесо с 77 зубьями, которое вращает колесо со 128 зубьями по оси А и заставляет его совершать оборот за 224 дня,  $16^{\text{ч}} 41^{\text{м}} 31,1^{\text{с}}$ , и снабжено трубкой, которая вращается вокруг трубки Меркурия и поднимается через крышку машины, и имеет рычаг, на котором помещен маленький шарик, представляющий эту планету в указанное время.

#### ПЕРИОД ЗЕМЛИ.

Движение земли вокруг Солнца осуществляется просто следующим образом — принимается значение оси "С"; "годовая ось" равна 365 дням  $5^{\text{ч}} 48^{\text{м}} 49,19^{\text{с}}$ ; следовательно, система колес с одинаковым количеством зубьев или, во всяком случае, первое и последнее приводимые в движение колеса должны иметь одинаковое количество зубьев; таким образом, в этой машине используются три колеса; колесо с 96 зубьями крепится к годовой оси С и, конечно, вращается вместе с ней в среднем за солнечный год, поскольку как отмечалось выше, это колесо приводит в движение другое колесо с 96 зубьями по оси В, а оно, в свою очередь, приводит в движение третье колесо с 96 зубьями по оси А и снабжено длинной трубой, которая вращается по оси Венеры, поднимается над крышкой машины и несет горизонтальный рычаг, поддерживающий небольшой земной шар, который благодаря указанным колесам совершает один оборот вокруг Солнца за 365 дней  $5^{\text{часов}} 48^{\text{м}} 49,19^{\text{с}}$ .

#### ПЕРИОД МАРСА.

Вращение этой планеты осуществляется следующим образом — колесо о 140 зубьях крепится к годовой оси С и приводит в движение по оси В колесо о 65 зубьях, к которому прикреплено колесо о 59 зубьях, которое приводит в движение большое колесо о 239 зубьях по оси А один раз облет Солнца за 686 дней  $22^{\text{ч}} 18^{\text{м}} 33,6^{\text{с}}$ , это последнее упомянутое колесо также снабжено трубой, которая вращается над трубой Земли, и несет горизонтальный рычаг, несущий шар, представляющий Марс, и заставляет его совершать полный оборот вокруг Солнца. оборот вокруг солнца в названный период.

#### АСТЕРОИДЫ. ПЕРИОД ВЕСТЫ.

Период Весты завершается таким образом, а именно. На годовой оси С закреплено колесо с 36 зубьями, которое приводит в движение колесо с 65 зубьями по оси В, к которому прикреплено колесо с 41 зубом, которое приводит в движение колесо с 83 зубьями по оси А, совершающее один оборот за 1336 дней  $0^{\text{ч}} 21^{\text{м}} 19,8^{\text{с}}$ : труба этого последнего колеса поднимается на трубу Марса и, как и остальные, имеет рычаг, поддерживающий шар, представляющий эту планету.

#### ПЕРИОД ЮНОНЫ.

Для обращения Юноны годовая ось С снабжена колесом о 54 зубьях, которое вращает колесо о 50 зубьях по оси В, к которому прикреплено колесо о 27 зубьях, которое вращает колесо о 127 зубьях по оси А, совершая один оборот за 1590 дней  $17^{\text{ч}} 35^{\text{м}} 2,7^{\text{с}}$ , и труба которого поднимается к трубе Весты и поддерживает горизонтальный рычаг, на котором находится маленький шар, представляющий эту планету в названный период.

#### ПЕРИОД ЦЕРЕРЫ.

Оборот Цереры происходит от периода Юноны, потому что работа колеса, взятая из единицы измерения солнечного года, была недостаточно точной для этой цели, поэтому на колесе Юноны со 127 зубьями закреплено колесо со 123 зубьями, которое вращает толстое маленькое коническое колесо с 30 зубьями по оси В: причина того, что это маленькое колесо имеет скос, заключается в том, чтобы его зубья подходили к обоим колесам  $123/130$ ; колесо 30 вращает колесо 130 по оси А один раз за 1681 день,  $6^{\text{часов}} 17^{\text{м}} 22,4^{\text{с}}$ , и труба колеса 130 поворачивается на трубе Юноны, и поднимается аналогично остальным, и несет горизонтальный рычаг, поддерживающий маленький шар, представляющий эту планету, и вращается вокруг Солнца в вышеупомянутый период (период Цереры по отношению к Юноне равен 130 по отношению к 123; отсюда и используемые колеса.)

#### ПЕРИОД ПАЛЛАСА.

Период Паллады не мог быть получен из солнечного года с достаточной точностью, и поэтому пришлось прибегнуть к привитой части периода Цереры. На колесе 130 Цереры закреплено колесо о 122 зубьях, которое приводит в движение колесо о 81 зубце по оси В, к которому прикреплено колесо 79, которое приводит в движение колесо о 119 зубьях по оси А, и снабжено трубой, которая поднимается и поворачивается по оси Цереры, и поддерживает горизонтальный рычаг, на котором находится маленький шар, представляющий эту планету, которая благодаря вышеупомянутой цепочке колес совершила оборот вокруг Солнца в 1681 году<sup>d</sup>  $10^{\text{h}} 28^{\text{m}} 25.1^{\text{s}}$

#### ПЕРИОД ЮПИТЕРА.

Движение этой планеты зависит от периода солнечного года; от "годовой оси", таким образом, на этой оси закреплено колесо с 44 зубьями, которое вращает колесо с 94 зубьями на оси В, к которой приковано маленькое колесо с 20 зубьями, которое приводит в движение колесо на оси А, имеющее 111 зубьев, которое снабжено восходящей трубой, которая вращается над трубой Паллады, и имеет горизонтальный рычаг, который поддерживает шар, представляющий эту планету, который посредством упомянутой цепочки колес совершается оборот вокруг Солнца за 4330<sup>дней</sup> 14<sup>часов</sup> 39<sup>м</sup> 35,7<sup>с</sup>.

#### ПЕРИОД САТУРНА.

Периодический оборот Сатурна также взят из солнечного года, а именно: маленькое колесо с 17 зубьями прикреплено к "годовой оси" около ее вершины и приводит в движение колесо со 129 зубьями по оси В, к которому прикреплено колесо с 49 зубьями, которое вращает колесо со 190 зубьями по оси А, труба которого поднимается и вращается по оси трубы Юпитера, и поддерживает рычаг, имеющий шар, представляющий Сатурн и его кольца, и который цепью колес совершается оборот вокруг Солнца за период 10746<sup>г.д.</sup> 19<sup>ч</sup> 16<sup>м</sup> 50,9<sup>с</sup>.

#### ПЕРИОД УРАНА.

Оборот этой планеты не мог быть рассчитан с достаточной точностью с периода солнечного года — период привязан к периоду Сатурна, таким образом, колесо из 117 зубьев прикреплено к колесу Сатурна со 190 зубьями и, следовательно, вращается в период Сатурна. Это колесо со 117 зубьями приводит в движение колесо с осью В, имеющее 77 зубьев, к которому прикреплено колесо с 40 зубьями, которое вращается вокруг оси А, большое колесо с 173 зубьями, труба которого поднимается и вращается над трубой Сатурна, и несет горизонтальный рычаг, поддерживающий шар, представляющий эту планету, который завершает свой оборот благодаря такой череде колес за период 30589<sup>д</sup> 8<sup>ч</sup> 26<sup>м</sup> 58,4<sup>с</sup>. Таково краткое описание механизмов этой всеобъемлющей и очень точной машины.

Ось А, на которой вращаются планетарные трубчатые колеса, совершает оборот за 25 дней 10 часов благодаря следующему ряду колес,  $^{61}/_{14} + ^{70}/_{12}$  из 24 часов, то есть предполагается, что шестерня из 14 совершает оборот за 24 часа и приводит в движение колесо с 61 зубом, к которому прикреплена шестерня из 12, которая поворачивает колесо на 70 за указанный период; к этой оси колеса оно прикреплено быстро и, вращаясь вместе с ней, демонстрирует вращение Солнца.

#### ДНЕВНАЯ СТРЕЛКА.

Машина приводится во вращение рукояткой или лебедкой, которая, как предполагается, совершает оборот за 24 часа, и за эти 24 часа требуется череда вращений колес, чтобы заставить "годовую ось" С совершить один оборот за 365<sup>дней</sup> в 5<sup>ч</sup> 48<sup>м</sup> 49,19<sup>с</sup>, что выполняется следующим образом, а именно, последовательность, найденная в процессе сокращения непрерывных долей, равна  $^{61}/_{14} + ^{144}/_{18} + ^{211}/_{23}$ , то есть в последовательности поворота оси С. солнце, та же шестерня 14 вращает то же колесо 61 и вращает шестерню из 18 лепестков, к которой прикреплено колесо из 144 зубьев, имеющее шестерню из 23 лепестков, которая вращает большое колесо из 241 зуба один раз за 365,242236<sup>д</sup> или 365<sup>д</sup> 5<sup>ч</sup> 48<sup>м</sup> 49,19<sup>с</sup>, это последнее упомянутое колесо из 241 зуба крепится к нижней части "годовой оси" С в точке D, следовательно, рукоятка имеет шестерню из 14 лепестков и передает свое движение через

вышеупомянутый механизм передачи. , заставляет годовую ось вращаться за один и тот же период.

#### ДАТЫ РЕГИСТРАЦИИ.

Планетарий также оснащен системой колесиков для регистрации дат за прошедшие или предстоящие 10 000 лет, на гравюре это устройство не показано (во избежание путаницы), но его можно кратко описать следующим образом: —В верхней части годовой оси находится загнутая деталь е, которая заставляет зуб колеса из 100 зубьев ежегодно двигаться вперед, следовательно, 100 запусков указанного колеса заставят его вращаться за 100 солнечных лет, и у него есть стрелка, которая указывает годы на циферблате на крышке машины; таким образом, в текущем году эта стрелка будет над число 45. Это последнее колесо со 100 зубьями имеет штифт, который приводит в движение зуб другого колеса со 100 зубьями раз в 100 лет, следовательно, это последнее колесо совершает один оборот за 10 000 лет, и именно для этой цели предыдущий указатель или стрелка ежегодно перемещается на определенное число. Второй индекс будет проходить над числом каждые 100 лет — в текущем году секундная стрелка или индекс будет находиться над цифрой 18 и будет продолжать движение над ней до тех пор, пока первый индекс не переместится вперед на 99, затем оба индекса переместятся одновременно, а именно: первый индекс на 00 на первом концентрическом круге циферблата, а второй индекс на 19, обозначающий 1900 год, и так далее для остальных. Поскольку эклиптика разделена на серию из четырех спиралей, машина проводит различие между обычным и високосным годами и указывает, что обычный год содержит 365 дней, а високосный - 366 дней, принимая во внимание февральский день каждого четвертого года; таким образом, для любого данного периода за 10 000 прошедших или будущих лет различные ситуации и аспекты планет могут быть установлены с помощью этой машины, и это в течение тысяч лет, не производя ощутимой ошибки ни в пространстве, ни во времени. Это планетарное колесо заключено в элегантный ящик из красного дерева с двенадцатью сторонами - около 5 футов в диаметре и 10 дюймов в глубину; под каждым из двенадцати углов, или сторон, поднимаются маленькие латунные столбы и поддерживают большой эклиптический круг, на котором выгравированы знаки, градусы и минуты Эклиптики- дни месяца и т.д. Этот ящик из красного дерева с механизмом на колесиках поддерживается штативом высотой в три фута, и движение передается несколькими шарикам, представляющим планеты, поворотом ручки, как описано выше. Планетарий такого сложного типа стоит шестьдесят гиней.

Ниже приведено табличное представление работы колеса, периодов и т.д.

| Названия планет. | Работа с колесом. |                         |      | Тропические периоды, вызванные работой колеса. |     |     |       | Истинное среднее тропических периоды планет. |     |     |      |
|------------------|-------------------|-------------------------|------|------------------------------------------------|-----|-----|-------|----------------------------------------------|-----|-----|------|
|                  |                   |                         |      | да.                                            | Хо. | м.  | сек.  | да.                                          | Хо. | м.  | сек. |
| Меркурий         | "                 | $22/_{85} + 67/_{72}$   | года | 87.                                            | 23. | 14. | 36.1  | 87.                                          | 23. | 14. | 36   |
| Венера           | "                 | $47/_{127} + 128/_{77}$ | "    | 224.                                           | 16. | 41. | 31.1  | 224.                                         | 16. | 41. | 36   |
| Земле            | тягач             | 96 +                    | "    | 365.                                           | 5.  | 48. | 49.19 | 365.                                         | 5.  | 48. | 49   |

|                                                          |   |                                             |              |        |     |     |       |        |     |     |    |
|----------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------|--------------|--------|-----|-----|-------|--------|-----|-----|----|
|                                                          |   | 96 +<br>96                                  |              |        |     |     |       |        |     |     |    |
| Марс                                                     | " | $65/_{140}$<br>+                            | "            | 686.   | 22. | 18. | 33.6  | 686.   | 22. | 18. | 34 |
|                                                          |   | $239/_{59}$                                 |              |        |     |     |       |        |     |     |    |
| Веста                                                    | " | $65/_{36}$ +<br>$83/_{41}$                  | "            | 1335.  | 0.  | 21. | 19.8  | 1335.  | 0.  | 21. | 20 |
| Джуно                                                    | " | $50/_{54}$ +<br>$127/_{27}$                 | "            | 1590.  | 17. | 35. | 2.7   | 1590.  | 17. | 35. | 1  |
| Церера                                                   | " | $130/_{123}$<br>+ 30                        | Юноны        | 1681.  | 6.  | 17. | 22.4  | 1681.  | 6.  | 17. | 29 |
| Паллас                                                   | " | $81/_{122}$<br>+                            | Цереры       | 1681.  | 10. | 28. | 25.1  | 1681.  | 10. | 28. | 42 |
|                                                          |   | $119/_{79}$                                 |              |        |     |     |       |        |     |     |    |
| Юпитера                                                  | " | $94/_{44}$ +<br>$111/_{20}$                 | года         | 4330.  | 14. | 39. | 35.7  | 4330.  | 14. | 39. | 32 |
| Сатурн                                                   | " | $129/_{17}$<br>+                            | "            | 10746. | 19. | 16. | 50.9  | 10746. | 19. | 16. | 52 |
|                                                          |   | $190/_{49}$                                 |              |        |     |     |       |        |     |     |    |
| Уран                                                     | " | $77/_{117}$<br>+                            | в<br>Сатурн  | 30589. | 8.  | 26. | 58.4  | 30589. | 8.  | 26. | 59 |
|                                                          |   | $173/_{40}$                                 |              |        |     |     |       |        |     |     |    |
| Солнца вращение                                          |   | $61/_{14}$ +<br>$70/_{12}$                  | от 24<br>Хо. | 25.    | 10. | 0.  | 0     | 25.    | 10. | 0.  | 1  |
| тропический периоду<br>обращения Земли<br>вокруг Солнца. |   | $61/_{14}$ + $144/_{18}$ +<br>$241/_{23}$ " |              | 365.   | 5.  | 48. | 49.19 | 365.   | 5.  | 48. | 49 |

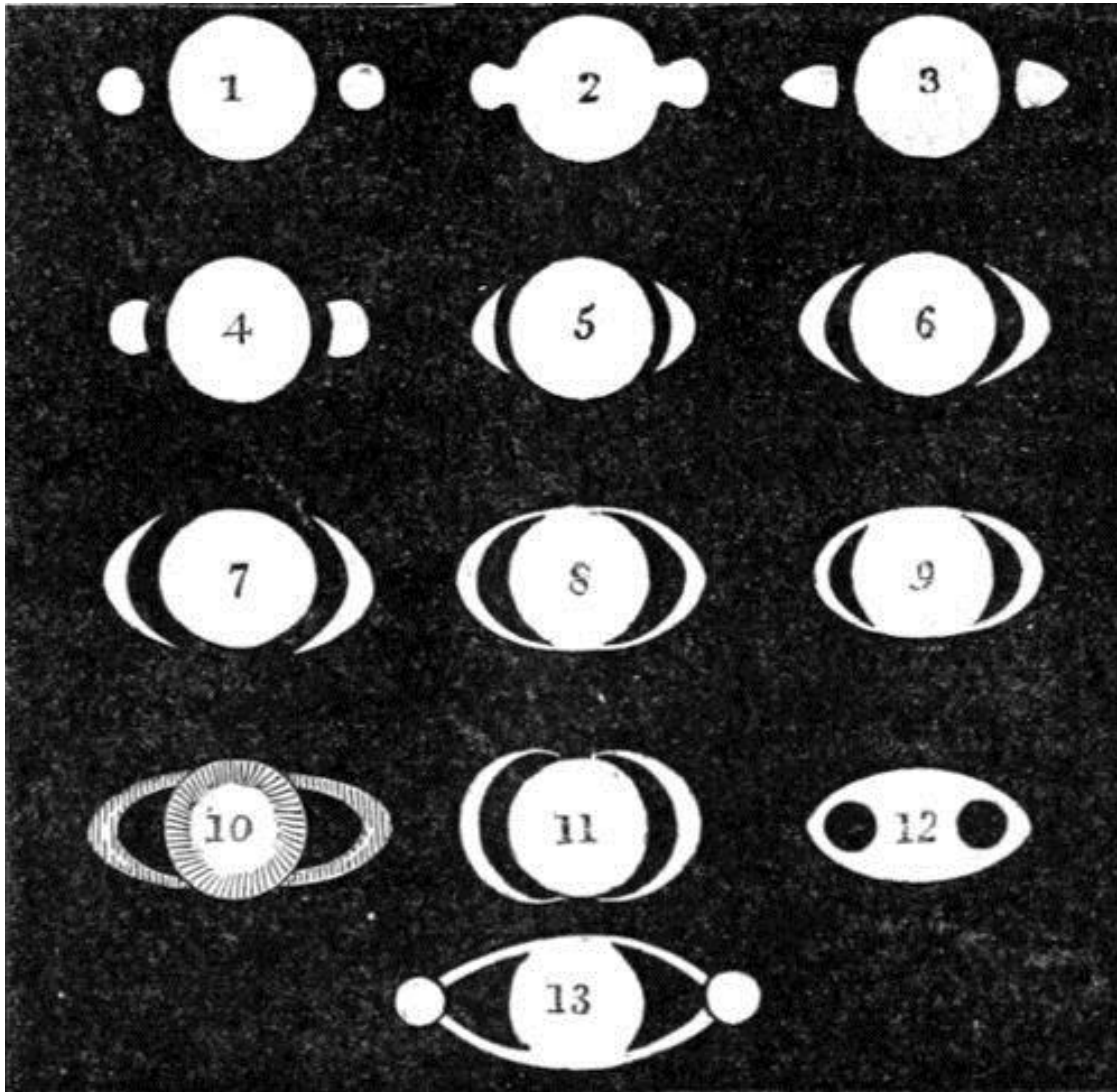
В октябре прошлого года доктор Хендерсон произвел серию расчетов для нового планетария для использования школами. Она показывает со значительной точностью за 700 дней средние тропические обороты Планет вокруг Солнца — машина состоит из системы латунных колесиков, расположенных особым образом, и заключена в круглый футляр диаметром в три фута, на верхней части которого нанесены знаки и градусы эклиптики, а также дни месяцев и т. Д. Этот планетарий стоит всего 45 евро. или на штативе высотой со стол - 55 евро.; механизм приводится в движение ручкой снаружи. Для учителей и других лиц, связанных с образованием, этот Планетарий должен иметь огромное значение, поскольку без надлежащего разъяснения принципов астрономии принципы географии должны быть поняты лишь смутно. В настоящее время этот планетарий построен мистером Доллондом, 9 лет, Уайт Кондуит Гроув, Ислингтон, Лондон.

The *Теллуриан* - это небольшой инструмент, который следует использовать в связи с ранее описанным Планетарием. Этот инструмент предназначен для того, чтобы показать годовое

движение Земли и вращение Луны вокруг нее. Он также иллюстрирует фазы Луны и движение ее узлов, наклон земной оси, причины затмений, разнообразие швов и другие явления. Он состоит примерно из восьми колес, шестерен и кругов. Небольшой инструмент, подобный этому описанию, можно приобрести примерно за один фунт восемь шиллингов, как указано в примечании, стр. 527.

*О РАЗЛИЧНЫХ МНЕНИЯХ, КОТОРЫЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНО СФОРМИРОВАЛИСЬ О КОЛЬЦЕ САТУРНА.*

рисунок 97.



Поразительное и необычное явление, связанное с планетой Сатурн, хотя теперь бесспорно установлено, что это Кольцо или Кольца, окружающие ее тело на определенном расстоянии, было предметом большой тайны и породило многочисленные догадки и споры в течение значительного времени после изобретения телескопа, с помощью которого оно было обнаружено. Хотя впервые он был обнаружен в 1610 году, прошло почти 50 лет, прежде чем были определены его истинная форма и природа. Галилей был первым, кто обнаружил что-либо необычное, связанное с Сатурном: в свой телескоп он, как ему показалось, увидел, что планета



выглядит как два меньших шара по бокам от большего; и после наблюдения планеты в такой форме в течение двух лет он был удивлен, увидев, что она становится совершенно круглой, без прилегающих шаров, а некоторое время спустя появляется в тройной форме. Этот внешний вид представлен на рис. 1 вышеупомянутой гравюры. В 1614 году немецкий астроном Шайнер опубликовал изображение Сатурна, на котором эта планета представлена в виде большого центрального шара с двумя меньшими телами, по одному с каждой стороны, частично конической формы, прикрепленными к планете и образующими ее часть, как показано на рис. 2. В 1640 и 1643 годах Риччолус, итальянский математик и астроном, воображал, что видит Сатурн таким, каким он представлен на рис. 3. состоящий из центрального шара и двух тел конической формы, полностью отделенных от него, и опубликовавший отчет о нем, соответствующий этому представлению. Гевелий, знаменитый астроном из Данцига, автор "*Селенографии*" и других работ, провел много наблюдений на этой планете примерно в 1643, 1649 и 1650 годах, в ходе которых он, по-видимому, получил различные представления о планете и ее придатках, постепенно приближающиеся к истине, но все еще неверные. Эти виды представлены на рисунках 4, 5, 6 и 7. Рис. 4 почти напоминает два полушария, по одному с каждой стороны шара Сатурна. Другие фигуры очень похожи на крайние части кольца, видимые в хороший телескоп, но он, по-видимому, все еще считал их отделенными друг от друга, а также от Сатурна. Рисунки 8 и 9 представляют собой виды, данные Риччолусом в период, предшествующий тому, в котором он предполагал Сатурн и его придатки в форме, очерченной на рис. 3. На этих последних изображениях предполагалось, что планета заключена в эллиптическое кольцо, но это кольцо должно было быть *прикреплено* к двум ее противоположным сторонам.

Рис. 10 - изображение Евстахия Дивини, знаменитого итальянского оптика из Болоньи. Оттенки, представленные на Сатурне и эллиптической кривой, неверны, поскольку эта планета не имеет такой теневой формы. Общий вид, представленный здесь, не сильно отличается от того, который демонстрирует кольцо Сатурна, за исключением того, что на верхней стороне кольцо должно казаться закрывающим часть орбиты Сатурна. Но Дивини, по-видимому, предположил, что изгиб с каждой стороны был прикреплен к телу Сатурна. Ибо, когда Гюйгенс опубликовал свое открытие кольца Сатурна в 1659 году, Дивини оспорил его истинность, потому что он не мог разглядеть кольцо в свои собственные телескопы; и он написал трактат на эту тему в противовес Гюйгенсу в 1660 году, озаглавленный "Краткое изложение в системе Сатурна". Гюйгенс немедленно ответил ему, а Дивини написал ответ в 1661 году. —Рис. 11 - представление, данное Фрэнсисом Фонтана, неаполитанским астрономом. Эта фигура представляет Сатурн как имеющий два полумесяца, по одному с каждой стороны, прикрепленных к его телу, с интервалами между планетой и полумесяцами. На рис. 12 представлен вид, описанный Гассендом, знаменитым французским философом. Он представляет планету в виде большого эллипсоида с большим круглым отверстием на каждом конце, и, если бы это представление было верным, каждое отверстие имело бы по меньшей мере 30 000 миль в диаметре. Говорят, что рис. 13, который, возможно, является самым необычным из всего этого, является одним из изображений этой планеты, сделанных Риччолусом. Он представляет собой два шара, каждый из которых в той пропорции, в какой они здесь соотносятся с Сатурном, должен быть более тридцати тысяч миль в диаметре. Эти шары были задуманы как прикрепленные к телу Сатурна изгибами или полосами, каждая из которых, в представленной пропорции, должна была иметь по меньшей мере 7000 миль в ширину и почти 40 000 миль в длину. Это показало бы планету Сатурн как еще более необычное тело, чем то, каким мы ее нашли; но во вселенной еще не было

обнаружено планет подобного строения, и маловероятно, что такая форма планетарного тела существует.

Примечательно, что относительно строения Сатурна, как явствует из этих представлений, должны были сложиться только два общих мнения: либо что эта планета состояла из трех отдельных частей, отделенных друг от друга, либо что придатки с каждой стороны были *прикреплены* к телу планеты. Идея кольца, окружающего тело планеты на определенном расстоянии от каждой ее части, по-видимому, никогда не приходила в голову, пока знаменитый Гюйгенс в 1655, 1656 и 1657 годах многочисленными наблюдениями, сделанными на этой планете, полностью не продемонстрировал, что она окружена твердым и постоянным кольцом, которое никогда не меняет своего положения и, не касаясь тела планеты, сопровождает ее в ее обращении вокруг Солнца. Поскольку причиной всех вышеприведенных ошибочных мнений было несовершенство находившихся в то время в употреблении телескопов и недостаточная их увеличительная способность, этот гениальный астроном принялся за работу по усовершенствованию телескопов для наблюдений за небесными телами. Он усовершенствовал искусство шлифовки и полировки предметов-очков, которые он изготовил собственными руками, и изготовил линзы более правильной формы и с большим фокусным расстоянием, чем то, что было достигнуто ранее. Сначала он сконструировал телескоп длиной 12 футов, а затем еще один длиной 23 фута, который увеличивал изображение примерно в 95 раз, тогда как лучший телескоп Галилея увеличивал изображение только примерно в 33 раза. Впоследствии он сконструировал бинокль длиной 123 фута, увеличенный примерно в 220 раз. Он использовался без трубки, предметное стекло помещалось на верхушку шеста и соединялось шнуром с окуляром. С помощью таких телескопов этот гениальный художник и математик открыл четвертый спутник Сатурна и продемонстрировал, что явление, которое было так вопиюще искажено предшествующими астрономами, состояло из огромного кольца, окружающего тело и полностью отделенного от него. Его многочисленные наблюдения и рассуждения на эту тему были опубликованы на латыни в 1659 году в томе объемом почти в 100 страниц в кварто, озаглавленном "*Система Сатурния, причина феномена Сатурна и Общество Новой планеты*", из которого были извлечены цифры и некоторые из изложенных выше фактов.

### **О ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ВНЕШНЕГО КОЛЬЦА САТУРНА.**

С периода, в который жил Гюйгенс, до того времени, когда Гершель направил свои большие телескопы на небеса, было сделано мало открытий, связанных с Сатурном. Кассини в 1671 году открыл пятый спутник этой планеты; в 1672 году - третий; а первый и второй - в марте 1684 года. В 1675 году Кассини увидел широкую сторону своего кольца, разделенную пополам совершенно круглой темной эллиптической линией, внутренняя часть которой казалась ярче внешней. В 1722 году мистер Хэдли с помощью своего 5-футового ньютоновского рефлектора наблюдал то же явление и заметил, что темная линия была сильнее рядом с телом и слабее к верхнему краю кольца. Внутри кольца он также обнаружил два пояса поперек диска Сатурна. Но, похоже, они понятия не имели, что эта темная линия была пустым пространством, разделяющим кольцо на две части. Это открытие принадлежало покойному сэру У. Гершелю, который провел многочисленные наблюдения на этой планете, а также установил, что кольцо совершает оборот вокруг планеты за десять часов тридцать минут.

В последние годы некоторые наблюдатели предположили, что внешнее кольцо Сатурна разделено на несколько частей, или, другими словами, что оно состоит из двух или более концентрических колец. Ниже приведены некоторые наблюдения, на которых основано это мнение. В основном они взяты из статьи капитана Кейтера по этому вопросу, которая была прочитана в Лондонском астрономическом обществе.

Наблюдения, как нам говорят, были сделаны в 1825 и 1826 годах и остались неопубликованными из-за желания наблюдателя снова стать свидетелем этих явлений. Капитан Кейтер много наблюдал за планетой Сатурн с целью изучения света и т. Д., Для чего кольцо и спутники являются хорошими испытаниями. Инструментами, которые использовались в настоящих исследованиях, были два ньютоновских отражателя — один фирмы Watson с фокусом 40 дюймов и диафрагмой 6½; и другой фирмы Dollond с фокусом 68 дюймов и диафрагмой 6½. Первый, при благоприятных обстоятельствах, давал превосходнейшее изображение, второй - очень хороший инструмент. Ниже приводятся выдержки из дневника автора.

*25 ноября 1825 г.*— Двойное кольцо прекрасно очерчено, совершенно отчетливо со всех сторон, и хорошо видны основные пояса. Я перепробовал множество вогнутых очков и обнаружил, что изображение получается намного четче, чем при использовании выпуклых, а освещенность, по-видимому, намного больше. Доллонд, 259, лучшая мощность, 480, один объектив, очень четкий. *30 ноября*, ночь очень благоприятная, но не равная 25-му. Внешнее кольцо Сатурна не такое яркое, как внутреннее, а внутреннее менее яркое ближе к краю планеты. Внутренний край кажется более желтым, чем остальная часть кольца, и ближе по цвету к телу планеты. *17 декабря.*—Вечер на редкость погожий. С Доллоном я воспринимал внешнее кольцо Сатурна как более темное, чем внутреннее, и деление кольца по всей окружности с совершенной отчетливостью; но с Уотсоном мне показалось, что я вижу, *что внешнее кольцо разделено множеством очень близких темных делений, одно из которых сильнее остальных и делит кольцо примерно поровну.* Это было видно с помощью моего самого совершенного монокля power. Тщательное изучение нескольких часов подтвердило это мнение. —16 и 17 января 1826 г. —Капитан Катер полагал, что видел дивизионы с "Доллондом", но не был уверен. Установлено, что вогнутые очки превосходят выпуклые. *26 февраля 1826 г.*—Деление внешнего кольца не видно на Dollond. 17 декабря, когда деления были видны наиболее отчетливо, капитан Кейтер нарисовал внешний вид Сатурна и его колец. Это явление было засвидетельствовано двумя другими людьми в тот же вечер, один из которых видел несколько участков во внешнем кольце, в то время как другой видел только один средний участок; но последний человек был близорук и не привык к наблюдениям в телескоп. Однако можно отметить, что эти разделения не были видны в другие вечера, которые, тем не менее, считались очень благоприятными для четкого видения.

Говорят, что те же явления наблюдал и мистер Шорт, но оригинальную запись его наблюдений найти невозможно. В "*Астрономии*" Лаланда (3-е издание, статья 3351) говорится: "Кассини заметил, что ширина кольца была разделена на две равные части темной линией, имеющей ту же кривизну, что и кольцо, а *внешняя* часть была менее яркой. Шорт сказал мне, что он наблюдал еще более необычные явления в свой большой 12-футовый телескоп. Ширина анса, или концов кольца, была, по его словам, разделена на две части: внутреннюю часть без какого—либо перерыва в освещении и внешнюю, разделенную несколькими линиями, концентрическими окружности; что привело бы к убеждению, *что в одной плоскости*

находится несколько колец.' Де Ламбре и Бирт по отдельности заявляют, что Шорт видел, как внешнее кольцо было разделено, вероятно, по указанию Лаланда. В книге Брюстера "Астрономия Фергюсона", том. ii, стр. 125, 2-е издание, по этому поводу есть следующее примечание. "Мистер Шорт уверяет нас, что с помощью превосходного телескопа он наблюдал поверхность кольца, разделенную несколькими темными концентрическими линиями, которые, по-видимому, указывают на количество колец, пропорциональное количеству темных линий, которые он заметил".

В декабре 1813 года в Париже профессор Кетле увидел, как внешнее кольцо разделилось с помощью ахроматического телескопа с апертурой 10 дюймов, который был выставлен на выставке. На следующий день он упомянул об этом в разговоре с месье де ла Пласом, который заметил, что 'это или даже больше подразделений соответствовало системе мира'. С другой стороны, разделение внешнего кольца не было замечено ни сэром У. Гершелем в 1792 году, ни сэром Дж. Гершелем в 1826 году, ни Струве в том же году; и в нескольких случаях, когда атмосферные условия были наиболее благоприятными, его не видел капитан Кэтер. Сэр У. Гершель, Струве и другие заметили, что внешнее кольцо гораздо менее блестящее, чем внутреннее. И спрашивается, не может ли этот недостаток света во внешнем кольце возникнуть из-за того, что у него очень плотная атмосфера? и не может ли эта атмосфера в определенных состояниях допустить, чтобы были видны границы внешнего кольца, хотя при других обстоятельствах они остаются невидимыми? Говорят, что приведенные выше наблюдения были подтверждены некоторыми недавними наблюдениями Декупписа в Риме, который несколько лет назад объявил, что внешнее кольцо Сатурна разделено на два или три концентрических кольца.

Некоторые из изложенных выше наблюдений, будь они совершенно правильными, привели бы к выводу, что Сатурн окружен рядом колец, концентрических и параллельных друг другу. Но хотя такие явления, как описано выше, так редко наблюдаются даже в самые мощные телескопы и самыми точными наблюдателями, определенная степень сомнения все еще должна нависать над предметом; и мы должны отложить наше мнение по этому вопросу до тех пор, пока будущие наблюдения не подтвердят или не сделают сомнительными те, на которые мы ссылались. Если будет обнаружено, что большой телескоп графа Росссе, когда он будет готов к наблюдению, работает в соответствии с ожиданиями, которые сейчас высказываются, и пропорционально его размеру и количеству света, мы будем ожидать, что наши сомнения относительно предполагаемых разделений кольца Сатурна разрешатся.

## ПРИЛОЖЕНИЕ.

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕЛЕСКОПА ГРАФА РОСССЕ.

Этот телескоп, самый большой и великолепный из когда-либо созданных, воздает величайшую честь гению, изобретательским способностям и научным достижениям его благородного создателя, а также высокому положению, на котором он находится. Обладая положением и состоянием, а также всеми обстоятельствами, которые обычно не позволяют людям заниматься наукой, он подал своим коллегам яркий пример достоинства и полезности философских исследований и той помощи, которую они могли бы оказать прогрессу науки, если бы их богатство и занятия были направлены в надлежащее русло.

До того, как его светлость попытался сконструировать свой самый большой, или "Чудовищный телескоп", он сконструировал телескоп с зеркалом диаметром 3 фута, который считался одним из самых точных и мощных инструментов, когда-либо созданных, не исключая даже сэра У.Сорокафутовый отражатель Гершеля. В отчете об этом телескопе, опубликованном в Philosophical Transactions за 1840 год, его светлость говорит о возможности отливки зеркала диаметром шесть футов. В то время некоторые считали, что попытка сконструировать такой чудовищный инструмент мало чем отличается от химеры. Но как только эта идея пришла в голову этому изобретательному и настойчивому дворянину, он решил подвергнуть ее испытанию, и результат увенчался полным успехом. Материалами, из которых состоит это зеркало, являются *медь* и *олово*, объединенные очень близко по своим атомным пропорциям, а именно: 126,4 частей меди на 58,9 частей олова. Это соединение имеет удельный вес 8,8, и обнаружено, что оно сохраняет свой блеск с большей пышностью и в большей степени не содержит пор, чем любое другое. Литейный цех был построен специально для отливки зеркала. Его дымоход, построенный из земли, имел высоту 18 футов и 16½ квадратных у основания, сужаясь к четырем вверху. С каждой из его сторон, сообщаясь с ним дымоходом, были вмурованы печи глубиной 8 футов и площадью 5½ квадратных метра с круглым отверстием диаметром 4 фута. Примерно в семи футах от дымохода был установлен большой кран с необходимыми приспособлениями для подъема и переноски тиглей из печи в форму, которая располагалась на одной линии с дымоходом и краном, и вокруг нее были подвешены три железные корзины, поддерживаемые на шарнирах; а на четыре фута дальше находилась печь для отжига. Тигли, в которых содержался металл, были каждый 2 фута в диаметре, 2½ в глубину и вместе весили полторы тонны; они были из чугуна и сделаны так, чтобы соответствовать корзинам сбоку от формы. Эти корзины подвешивались на деревянных стойках или шарнирах, к одной из которых с каждой стороны был прикреплен рычаг, нажав на который, ее можно было перевернуть и содержимое тигля вылить в форму. Дно формы было изготовлено путем плотного скрепления слоев чугунного обруча и придания им требуемой формы по краям. Эта форма отводила тепло через дно и охлаждала металл по направлению к верху бесконечно малыми слоями, в то время как промежутки, хотя и были достаточно близки, чтобы предотвратить утечку металла, были достаточно открыты, чтобы пропускать воздух. Это дно имело шесть футов в диаметре и 5 с половиной дюймов в толщину, было сделано идеально горизонтальным с помощью спиртовых уровней и было окружено деревянной рамкой; на железе был нанесен деревянный узор, точного размера зеркала; между ним и рамкой был хорошо утрамбован песок, и узор был удален. Затем каждый из тиглей, содержащих расплавленный металл, помещался в свою корзину, и, когда все было готово к выпуску их содержимого, они в тот же миг переворачивались, и форма заполнялась, металл за короткое время надежно укладывался в требуемую форму. Пока он был раскален докрасна и едва затвердевал, каркас сняли, и вокруг него надели железное кольцо, соединенное с перекладной, которая проходила через печь, его втянули с помощью стержня с другой стороны, на железной дороге, когда в печи разожгли древесный уголь и подожгли торф, все отверстия были заделаны, и его оставили на шестнадцать недель для отжига. Она была отлита 13 апреля 1842 года, в 9 часов вечера. Тигли десять часов нагревались в печах, прежде чем был введен металл, который еще примерно через десять часов был достаточно жидким для заливки. Когда духовку открыли, зеркало оказалось таким же совершенным, как и при входе в него. Затем его отправили на шлифовальный станок, где он подвергся этому процессу, а затем был отполирован без каких-либо происшествий.

Это зеркало весило *три тонны* потеряло при шлифовании около одной восьмой дюйма. С тех пор лорд Росс отлил еще одно зеркало того же диаметра весом в четыре тонны. Теперь он может с полной уверенностью приступить к любой отливке, настолько улучшенной оказалась форма формы, которую он изобрел. Зеркало было помещено на подставку для равновесия, состоящую из девяти деталей, опирающихся на точки в их центрах тяжести; детали были обклеены смолой и войлоком, прежде чем на них было установлено зеркало. Коробка для зеркала также обшита войлоком и имеет скат; это предотвращает любое резкое изменение температуры, влияющее на зеркало из-за плохой проводимости используемых веществ. Рядом с зеркалом находится сосуд с известью для впитывания влаги, которая в противном случае может повредить зеркало. Процесс измельчения проводился под водой, а движущей силой служил паровой двигатель мощностью в три лошади. Полировальная машина соединена с механизмом посредством большого железного кольца, которое свободно охватывает ее; и вместо того, чтобы зеркало или полировальная машина были неподвижны, оба движутся с регулируемой скоростью; кольцо полировальной машины и, следовательно, сама полировальная машина имеют поперечное и продольное движение; она совершает 80 ходов в минуту и  $24\frac{1}{2}$  хода взад и вперед при каждом обороте зеркала и в то же время  $1\frac{72}{100}$  ходов в поперечном направлении. Протяженность последнего составляет  $\frac{27}{100}$  диаметра зеркала. Для изнашивания поверхности использовались наждачная бумага и вода, между шлифовальной машиной и зеркалом поддерживался постоянный запас этих веществ. Шлифовальная машина изготовлена из чугуна, на ее торцевой поверхности прорезаны канавки вдоль, поперек и по кругу. Полировщик и зеркальце оказывают взаимное воздействие друг на друга; через несколько часов с помощью наждака и воды они оба становятся отшлифованными по-настоящему круглыми, какими бы ни были их предыдущие дефекты. Шлифование продолжается до тех пор, пока не будет получена поверхность требуемой формы, и это проверяется следующим образом. Над домом есть высокая башня, в которой отшлифовано зеркало, на вершине которого закреплен шест, к которому прикреплен циферблат часов; есть люки, которые открываются и с помощью временного окуляра позволяют увидеть рисунок циферблата в зеркале, слегка отполированном. Если точки на циферблате недостаточно четко очерчены, шлифовка продолжается; но если они выглядят удовлетворительно, начинается полировка. Потребовалось шесть недель, чтобы отшлифовать его до получения однородной поверхности. Полировщик нарезал канавки, чтобы в одних местах истираемого материала скапливалось больше, чем в других, — на него нанесли тонкий слой смолы, смазали румянами и водой, и запас ее поддерживался до тех пор, пока оборудование не придало ему тонкую черную полировку. Время, затраченное на полировку трехфутового зеркала, составило шесть часов.<sup>48</sup>

Этот большой телескоп завершен или почти завершен. Труба имеет длину 56 футов, включая зеркальную коробку, и сделана из дерева толщиной в один дюйм, обитого железом. С внутренней стороны, с интервалом в 8 футов, расположены железные кольца глубиной 3 дюйма и шириной 1 дюйм для укрепления боковых сторон. Диаметр трубы составляет 7 футов. Она крепится к каменным работам, в земле, на большом универсальном шарнире, который позволяет ей поворачиваться во всех направлениях. На расстоянии 12 футов с каждой стороны построена стена длиной 72 фута, высотой 48 футов с внешней стороны и 56 футов с внутренней — стены находятся на расстоянии 24 футов друг от друга и лежат точно по меридиональной линии. Когда труба направлена на юг, ее можно опускать до тех пор, пока она не станет почти горизонтальной; но когда она направлена на север, она опускается только до тех пор, пока не станет параллельной земной оси, указывая затем на полюс небес. Его боковые перемещения

происходят только от стены к стене, и отсюда открывается вид на полчаса по каждую сторону меридиана, то есть все его движение с востока на запад ограничено 15 градусами. В настоящее время он временно оборудован для использования в качестве транзитного прибора; но в конечном итоге он предназначен для соединения с галереями в конце трубы, механизмами, которые должны приводить в движение автоматически, так что телескоп будет использоваться в качестве экваториального прибора. Все работы, связанные с этим инструментом, являются самыми прочными и безопасными; все металлические изделия были отлиты в лаборатории его светлости людьми, проинструктированными им самим, и каждая деталь механизма была изготовлена под его личным наблюдением мастерами по соседству, и за все время не произошло ни одного заслуживающего упоминания несчастного случая.

Расходы, понесенные его светлостью при сооружении этого благородного инструмента, составили не менее *двенадцати тысяч фунтов*! к тому же деньги были потрачены на постройку телескопа диаметром в три фута. Еще не было предоставлено достаточного времени для проведения конкретных наблюдений с помощью этого телескопа; но благодаря небольшим испытаниям, которые были проведены, даже при неблагоприятных обстоятельствах, он обещает важные результаты. Его огромное превосходство над всеми ранее сконструированными телескопами заключается в большом количестве света, который он отражает, и яркости, с которой он демонстрирует объекты даже при использовании высокой мощности. Его отражающая поверхность составляет 4071 квадратный дюйм, в то время как у 40-футового телескопа Гершеля на полированной поверхности было всего 1811 квадратных дюймов, так что количество света, отражаемого зеркалом, значительно более чем вдвое превышает количество света, отражаемого самым большим отражателем Гершеля. Этот инструмент уже превзошел ожидания его светлости. Многие явления, прежде невидимые на Луне, были замечены, и есть все основания ожидать, что с ее помощью будут сделаны новые открытия в *туманностях*, двойных и тройных звездах и других небесных объектах. Ниже приводится выдержка из сообщения сэра Джеймса Саута по этому поводу, адресованного редактору "*Таймс*". Телескоп "Левиафан", над которым граф Росс трудился более двух лет, хотя и не был полностью закончен, в среду в последний раз был направлен на Звездное небо. В письме, которое я получил сегодня утром от его благородного создателя, в его обычном скромном стиле просто говорится, что металл, только что отполированный, имел довольно хорошую форму и что при мощности 500, туманность, известная как № 2. из каталога Мессье, была даже более великолепной, чем туманность № 13 Мессье, если смотреть в телескоп его светлости диаметром 3 фута и фокусом 27 футов. Облачная погода помешала ему направить "левиафан" на какой-либо другой туманный объект. Таким образом, у нас есть вся опасность разрушения металла до того, как его удастся отполировать, преодолеть. Однако в течение некоторого времени с этим будет сделано немного больше, поскольку граф находится накануне отъезда из Ирландии в Англию, чтобы уйти со своего поста в Йорке в качестве президента Британской ассоциации. Я с большим нетерпением жду возможности стать свидетелем его первого сурового испытания, когда все его различные назначения будут завершены, в уверенности, что те, кто может тогда присутствовать, увидят с его помощью то, чего человек никогда раньше не видел. Диаметр большого металлического объекта составляет 6 футов, а его фокус - 54 фута; тем не менее, огромной массой может управлять один человек. По сравнению с этим действующие телескопы сэра Уильяма Гершеля, которые в его руках оказали астрономии такую неопределимую услугу, а ему самому - астрономическое бессмертие, были всего лишь игрушками".

Ниже приводится более свежий отчет о наблюдениях, сделанных с помощью этого телескопа, в основном извлеченный из описания этого телескопа сэром Джеймсом Саутом, помещенного в "*Таймс*" от 16 апреля 1845 г. и "*Иллюстрированных лондонских новостей*" от 19 апреля.

Ночь на 5 марта 1845 года была самой прекрасной из всех, которые я когда-либо видел в Ирландии. Лорд Росс, доктор Робинсон и я наблюдали множество туманностей. Большинство из них впервые с момента их создания были замечены нами как группы или скопления звезд; в то время как некоторые, по крайней мере, на мой взгляд, не демонстрировали такого разрешения. Однако никогда в своей жизни я не видел таких великолепных звездных картин, какие давал нам этот инструмент. Большинство туманностей, которые мы видели, я, конечно, наблюдал с помощью моего собственного большого ахроматического прибора; но хотя этот инструмент, насколько это касается увеличительной способности, вероятно, не уступает ни одному из существующих, все же сравнивать эти туманности, видимые с его помощью и в 6-футовый телескоп, все равно что сравнивать невооруженным глазом тусклость планеты Сатурн с яркостью Венеры. Наиболее широко известными туманностями, наблюдавшимися этой ночью, были кольцевые туманности в *Венецианских тросточках*, или 51-я туманность каталога Мессье, которая была разделена на звезды с увеличением 548, и 94-я туманность Мессье, которая находится в том же созвездии и которая была разделена на большое шаровое скопление звезд, мало чем отличающееся от хорошо известного скопления в Геркулесе, называемого также 13-м Мессье. Совершенство конструкции телескопа, однако, должно проверяться не туманностями, а его работой на звезде первой величины. Если при высокой мощности он покажет звезду круглой формы и без оптических приделков, мы можем смело считать это само собой разумеющимся, что он не только хорошо покажет туманности, но и любой другой небесный объект, как положено. Чтобы определить эту точку, телескоп был направлен на *Регулус* всей апертурой и мощностью 800, и "я увидел, - говорит сэр Джеймс, - с невыразимым восторгом звезду, свободную от крыльев, хвостов или оптических отростков; на самом деле это было не как диск планеты, как на моем большом ахроматическом снимке, а как круглое изображение, напоминающее вольтов свет между угольными точками; и это блестящее изображение имело так мало аберраций, что я мог измерить его расстояние от любой из звезд в поле зрения и положение с помощью паутинного микрометра и микроскопа. мощность 1000, без малейших затруднений; ибо не только большая звезда была круглой, но и телескоп, хотя и находился на открытом воздухе, а ветер дул довольно свежий, был тверд, как скала".

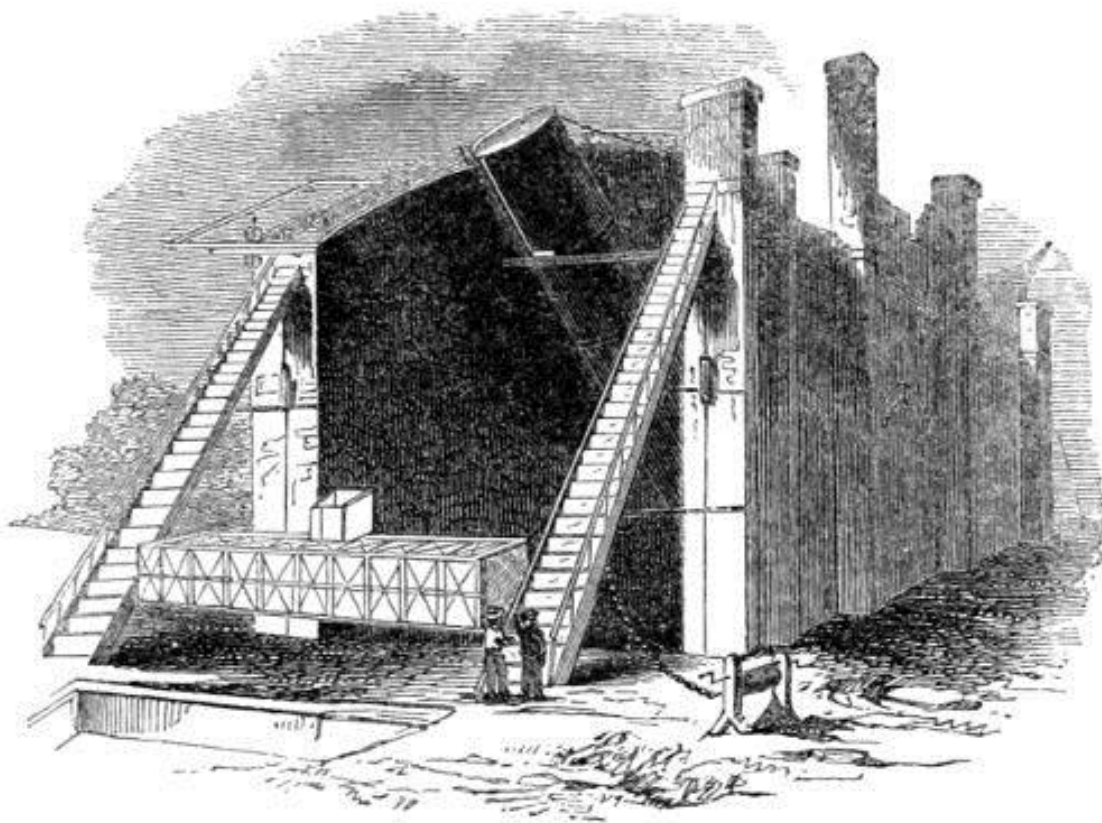
В последующие ночи наблюдения других туманностей, которых насчитывалось около 30 или более, перенесли большинство из них из списка туманностей, где они долгое время числились, в список скоплений; в то время как некоторые из этих последних, особенно 5 Мессье, демонстрировали в телескоп звездную картину, какой человек раньше никогда не видел и которая своим великолепием не поддается никакому описанию. В телескоп с различными отверстиями было видно несколько двойных звезд с мощностью от 360 до 800; и, как сказал нам граф раньше, чем мы должны были, — до того, как зеркало было вставлено в трубу, вследствие того, что он был вынужден прекратить наблюдение за полировкой на самой ответственной стадии процесса, — мы обнаружили, что кольцо шириной около 6 дюймов, считая от окружности зеркала, не было идеально отполировано, и *к этому*, несомненно, относилось небольшое излучение, наблюдаемое вокруг *Регулуса*. Единственными двойными звездами 1-го класса, которые погода позволила нам исследовать с его помощью, были *Хи Большая Медведица* и *Гамма Девы*, которые я мог измерить с наибольшей уверенностью. Комету *Д'Арреста* мы наблюдали 12 марта с мощностью 400, но ничего заслуживающего внимания



обнаружено не было. О Луне, должно быть, достаточно нескольких слов. Его вид в моем большом ахроматическом отверстии диаметром 12 дюймов известен сотням читателей; пусть они тогда представят, что с его помощью они смотрят *на* Луну, в то время как с помощью 6 футов лорда Росса они смотрят *в* нее, и у них не сложится очень ошибочного мнения о действиях Левиафана. 15 марта, когда луне было 7 дней от роду, я никогда не видел ее неосвещенный диск таким прекрасным, а ее горы такими соблазнительно измеримыми. Когда я впервые взглянул в телескоп, звезда примерно 7-й величины находилась в нескольких минутах градуса от темного края Луны, и ее затенение луной казалось неизбежным. Звезда, однако, вместо того, чтобы исчезнуть в тот момент, когда край луны соприкоснулся с ней, очевидно, скользнула по темному лику луны, как будто ее видели сквозь прозрачную луну, или как будто звезда находилась между мной и луной. Он оставался на диске Луны почти две секунды, а затем исчез. Я несколько раз видел эту видимую проекцию звезды на поверхности Луны, но, судя по огромному блеску звезды, это была самая красивая из всех, что я когда-либо видел. Причина этого явления окутана непроницаемой тайной".

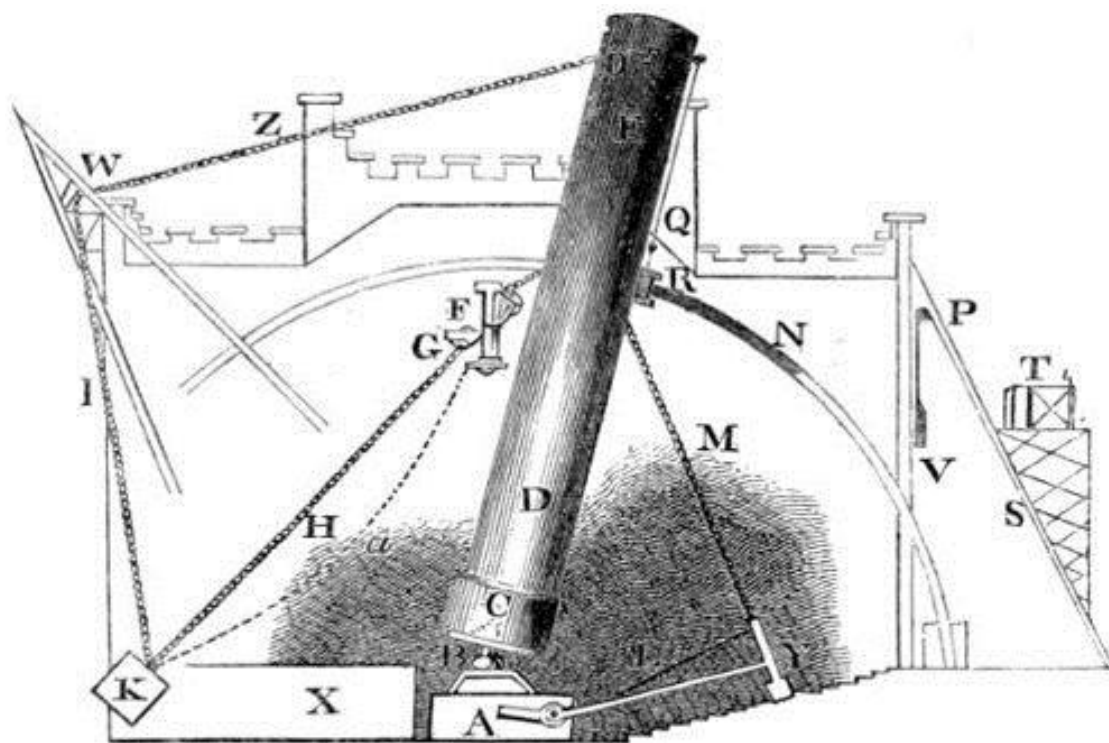
Ниже представлено изображение Большого телескопа Россе вместе с частью зданий, с которыми он соединен. На внутренней стороне восточной стены прочно закреплена очень прочная железная дуга радиусом около 43 футов, снабженная регулировками, благодаря которым ее поверхность, обращенная к телескопу, может быть очень точно установлена в плоскости меридиана. На этой полоске нарисованы линии, интервал между любыми соседними двумя из которых соответствует одной минуте времени на Экваторе. Трубка и зеркало, включая основание, на котором оно покоится, весят около 15 тонн. Телескоп опирается на универсальный шарнир, установленный на каменной кладке примерно в 6 футах под землей, и поднимается или опускается с помощью цепи и лебедки; и хотя он весит около 15 тонн, инструмент с большой легкостью поднимают два человека. Конечно, это уравнивается во всех направлениях. Наблюдатель во время работы стоит в одной из четырех галерей, три самых высоких из которых отходят от западной стены, в то время как четвертая, или самая низкая, имеет в качестве основания подъемную платформу, по горизонтальной поверхности которой галерея скользит от стены к стене с помощью механизма, находящегося в пределах досягаемости наблюдателя, но которым может управлять ребенок. Когда телескоп находится примерно в полчаса езды к востоку от меридиана, галереи, нависающие над промежутком между стенами, представляют для наблюдателя внизу некоторую опасность; однако наблюдатель при обычной осматрительности находится в такой же безопасности, как и на земле, и каждая из галерей может быть перенесена со стены на бок телескопа с такой легкостью, что наблюдателю не нужно, чтобы кто-то другой передвигал ее за него.

*рисунок 98.*



Приведенный выше рисунок представляет собой только верхнюю часть трубы телескопа, у которой стоит наблюдатель при проведении своих наблюдений. В настоящее время телескоп имеет конструкцию Ньютона, и, следовательно, наблюдатель смотрит в боковую часть трубы на верхнем конце телескопа, но предлагается откинуть плоское зеркало и приспособить его *квиду спереди*на уже описанном плане (см. стр. 306, 313 и с.), чтобы наблюдатель сидел или стоял спиной к объекту, а его лицо смотрело вниз на зеркало; и в этом положении он иногда будет находиться на высоте от 50 до 60 футов над землей. Пока у телескопа нет экваториального движения, но оно очень скоро будет; и в недалеком будущем с ним будет связан часовой механизм, когда наблюдателю во время наблюдения будет почти так же комфортно, как если бы он читал за столом у камина.

*рисунок 99.*



На следующем рисунке показана секция оборудования, подключенного к этому телескопу. На нем показан вид внутренней части восточной стены со всеми механизмами, как показано на рисунке. А - каменщик на земле; В - универсальный шарнир, который позволяет трубе поворачиваться во всех направлениях; С - зеркало в трубе; D — коробка; Е - проушина; F - подвижный шкив; G - неподвижный; Н - цепь со стороны трубы; I - цепь от балки; К - противовес; L - рычаг; М - цепь, соединяющая его с трубой; Z - цепь, которая проходит от трубы к лебедке через шкив на стропильной балке, которая проходит от W к тому же месту на противоположной стене - шкиву. не замечен. X - это железная дорога, на которой зеркало подведено либо к своей коробке, либо от нее; часть отрезана, чтобы показать противовес. Пунктирная линия *a* обозначает направление движения груза R при подъеме или опускании трубки; это отрезок окружности, радиусом которой является цепочка I. Трубка перемещается от стены к стене с помощью храповика и колеса в точке R; колесо поворачивается ручкой O, а храповик прикрепляется к кругу на стене. Лестницы впереди, как показано на предыдущем рисунке, позволяют наблюдателю следовать за трубой в ее подъеме туда, где начинаются галереи на боковой стене; этих боковых галерей всего три, и каждую наблюдатель может перемещать от стены к стене после трубы, перемещение которой он также выполняет с помощью ручки O.

Я завершу описание этого замечательного инструмента словами сэра Джеймса Саута.

‘Какова будет мощность этого телескопа, если его *Le Mairean* форме’ [то есть если он оснащен вид спереди] ‘это не просто божественное,—что *nebulæ* будет его разрешить на звезды; в каком *nebulæ* не найти звезды;—сколько спутников Сатурна будет отображаться нас;—сколько это будет означать как принадлежащие к Урану;—сколько *nebulæ* никогда не видели смертные глаза, он присутствует в нас;—какие пятна будут ему показывать нам о различных планет; она расскажет нам, что заставляет переменную яркость многих неподвижных звезд;—это даст нам информацию, как в Конституции планетарного *nebulæ*;—будет ли он проявлять к нам в любое спутников, окружающих их; она расскажет нам, почему спутники Юпитера, которые обычно

проходят над Юпитера лицо как диски почти белого света, иногда пересекают ее, как черные пятна;—это наши знания о физической структуре туманные звезды;—из этого загадочного класса тел, которые окружают одни звезды, называется, за неимением лучшего имени, - фотосферы;’—это шоу кольцевой nebulae лиры, только как блестящий световой кольцо, или он будет выставить, как тысячи звезд, расположенных во всех симметрии эллипса; позволит ли это нам понять до сих пор непонятна природа и происхождение Свет Великой nebulae Ориона;— это даст нам, в легко заметном количестве, параллакс некоторых звезд, или это сделает дельное нам параллакс туманности себя;—и, наконец, представил нам оригинальные портреты, Луны и звездного неба, например, человек никогда не смел даже предвидеть—это, по дагерротип помощи, администрирования к нам копий основана на истине, и позволяют астрономам будущего века, чтобы сравнить Луну и небо, поскольку они потом могут быть, с Луной и небесами, а они были? На некоторые из этих вопросов будут даны утвердительные ответы, на другие - отрицательные, и это тоже очень скоро; ибо благородный создатель самого благородного инструмента, когда-либо созданного человеком, “бросил свой хлеб в воду и, с Божьего благословения, найдет его в течение многих дней”.

## СОВЕТЫ ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ ОТНОСИТЕЛЬНО КОНСТРУКЦИИ ТЕЛЕСКОПОВ.

Поскольку среди низших слоев общества есть много людей, которые мечтают обзавестись телескопом, который покажет им некоторые выдающиеся особенности небесного пейзажа, но которые не в состоянии приобрести готовый инструмент по ценам, обычно взимаемым оптиками, следующие советы, возможно, будут приемлемы для тех, кто обладает талантом механика.

Линзы ахроматического телескопа можно приобрести отдельно у стеклошлифовальщиков или оптиков, а трубки из дешевого материала человек может приготовить сам для получения очков. Ниже приведены цены, по которым обычно продаются ахроматические объективные стекла для астрономических телескопов. Фокусное расстояние 30 дюймов, диаметр  $2\frac{1}{2}$  дюйма, от 2 до  $3\frac{1}{2}$  гиней. Фокусное расстояние 42 дюйма, диаметр  $2\frac{1}{2}$  дюйма, от 5 до 8 гиней. Фокусное расстояние 42 дюйма, диаметр  $3\frac{1}{2}$  дюйма, от 12 до 20 гиней. Фокусное расстояние 42 дюйма, диаметр  $3\frac{1}{2}$  дюйма, от 25 до 30 гиней. Окуляры - от 10 шилл. 6долларов до 18 шиллингов. Самая маленькая из этих линз, а именно линза диаметром  $\frac{2}{4}$  дюйма, если она действительно ахроматическая, может быть сделана так, чтобы при ясной погоде пропускать свет от 80 до 100 раз для небесных объектов, на которых будут видны спутники и пояса Юпитера, кольцо Сатурна и другие небесные явления. Трубки могут быть изготовлены из жести, *папье-маше* или дерева. Дерево, однако, довольно неуклюжее изделие, и иногда оно подвержено деформации, тем не менее иногда из него изготавливали превосходные трубки. Пожалуй, самые дешевые и удобные из всех трубочек, если их правильно изготовить, - это трубочки из бумаги. Для их формования следует приобрести деревянный валик нужного диаметра и бумагу нужного размера, а также пасту для переплетных работ. За один раз следует наклеить только три или четыре слоя бумаги, а когда она достаточно высохнет, ее следует разгладить, потерев гладкой палочкой или линейкой; после чего следует наклеить еще ряд слоев и дать высохнуть, как и раньше, и так далее, пока трубка не приобретет достаточную степень прочности. Таким образом, я с помощью нескольких старых газет и подобных материалов сформовал трубки, такие прочные, как если бы они были сделаны из дерева. Если предполагается, что несколько трубочек будут вставляться

друг в друга, то первой следует изготовить самую маленькую трубочку, которая будет служить роликом для формирования трубки, в которую она будет вставляться.

Ахроматическое объективное стекло с меньшим фокусным расстоянием и меньшим диаметром, чем любое из указанных выше, может быть установлено в качестве полезного астрономического телескопа, когда невозможно приобрести лучший инструмент. В ломбардах Лондона и других местах можно приобрести старый ахроматический телескоп с фокусным расстоянием в 20 дюймов и диаметром около  $1\frac{1}{2}$  дюйма по цене от 15 до 20 шиллингов. При наложении астрономического окуляра на такую линзу, если она хорошая, ее мощность для небесных объектов может достигать 50 или 60 раз. Если два плосковыпуклых стекла с фокусным расстоянием в  $\frac{3}{4}$  дюйма расположить выпуклыми сторонами близко друг к другу, они образуют окуляр, который увеличит мощность такого стекла более чем в 50 раз и покажет пояса и спутники Юпитера, кольцо Сатурна, солнечные пятна, а также горы и впадины Луны. У меня есть подзорное стекло, подобное этому описанию, которое принадлежало к старому телескопу, который обошелся мне всего в 12 шиллингов и с помощью которого я раньше производил некоторые полезные астрономические наблюдения. Впоследствии он использовался как телескоп небольшого экваториального прибора, и с его помощью я мог видеть звезды первой и второй величины, а также планеты Венера, Юпитер и Марс в *дневное время*.

Но если такой прибор все еще недоступен любителю астрономии, пусть он не отчаивается окончательно. Он может приобрести одну линзу с фокусным расстоянием 3 фута примерно за пару шиллингов, а применив монокуляр с фокусным расстоянием 1 дюйм, который можно приобрести за шиллинг, он получит мощность в 36 раз больше, чем Галилей мог применить к своему лучшему телескопу; и, следовательно, с помощью такого инструмента он сможет воспринимать все небесные объекты, которые этот знаменитый астроном впервые описал и которые вызвали столько удивления в то время в ученом мире. Но какой бы тип телескопа ни использовался, существенно необходимо, чтобы он был установлен на прочную подставку при всех небесных наблюдениях: и любой обычный механик может легко создать такую подставку при незначительных затратах.

Существует определенная оптическая иллюзия, которой подвержено большинство людей при первом использовании телескопов, особенно применительно к небесным телам, о которой, возможно, будет уместно сделать замечание. Иллюзия, на которую я намекаю, заключается в следующем: они склонны воображать, что телескоп увеличивает изображение далеко не так сильно, как это происходит на самом деле. Они склонны жаловаться на незначительность, которую, например, представляют Юпитер и Сатурн при увеличении в 160 или 200 раз. Обладая такими способностями, они склонны воображать, что невооруженным глазом эти тела не кажутся такими большими, как луна. Тем не менее, можно доказать, что Юпитер, находящийся ближе всего к земле, если смотреть с такой высоты, кажется примерно в 5 раз больше по диаметру полной луны и в 25 раз больше по поверхности. Это видно из следующего расчета. Диаметр Юпитера, когда он находится в оппозиции или ближе всего к Земле, равен 47: средний видимый диаметр Луны составляет около 31. Умножьте диаметр Юпитера на увеличительную силу 200, получится произведение 9400, или 156, или  $2^{\circ} 36'$ , которое при делении на 31, диаметр Луны, дает коэффициент 5, показывающий, что невооруженным глазом эта планета с такой силой кажется в пять раз больше по диаметру, чем полная луна, и, следовательно, в 25 раз больше по поверхности. Если бы мощность Юпитера была приложена всего в 50 раз ближе к земле, эта планета казалась бы несколько больше полной луны. 47, умноженное на 50, дает

2350 или 39, что на 8 больше диаметра Луны. И все же, обладая такой силой, большинство людей вообразили бы, что планета не достигает и трети размера полной луны.

Основной способ, с помощью которого человек может экспериментально убедиться в ошибочности, на которую я ссылаюсь, заключается в следующем: —В то время, когда Юпитер оказывается в пределах нескольких градусов от Луны, пусть планета рассматривается в телескоп одним глазом, и увеличенное изображение планеты будет приведено в соприкосновение с Луной, видимой другим глазом — один глаз смотрит на Луну, а другой рассматривает увеличенное изображение Юпитера в телескоп, когда оно находится в видимом контакте с Луной, — тогда будет видно, что при увеличительной силе Луны увеличенное изображение планеты находится в контакте с Луной. 50 изображение Юпитера будет полностью закрывать Луну, видимую невооруженным глазом; —и со степенью 200 — когда луна будет помещена в центр увеличенного изображения планеты, будет видно, что Юпитер образует большой круг вокруг Луны, который кажется по крайней мере в 5 раз больше диаметра Луны. Этот эксперимент можно разнообразить следующим образом: предположим, что человек рассматривает Луну в небольшой телескоп или театральные бинокль с трехкратным увеличением, он будет склонен с первого взгляда вообразить, что она несколько не увеличена, а скорее несколько уменьшена. Но пусть он приблизит изображение, видимое в телескоп, к Луне, видимой невооруженным глазом, и он ясно ощутит силу увеличения по размеру изображения. Поначалу может быть трудно одновременно смотреть на увеличенное изображение и на реальный объект, но несколько попыток облегчат это.

КОНЕЦ.

ПЕЧАТНИК Л. СИЛИ, ТЕМЗА ДИТТОН.

## ОШИБКИ.

Страница 72 строка 4 для EI, читать FI.

-- 103 — 30 — зависит, читать зависит.

-- 135 — 10 — преломление, читать преломление.

-- 136 — 10 — цвет, читать цвета.

-- 146 — 27 — G, читать C.

-- 146 — 32 — призмы, читать призму.

-- 153 — 35 — 28· 3, прочитайте 28 ° 10

— 165 — 32 — некоторые, прочитайте с тех пор.

— 165 — 33 удалите это.

— 166 — 5 для этих, прочитайте их.

— 166 — 21 — те, прочитайте их.

— 178 — 32 — разнообразие, прочитайте тщеславие.

— 187 — 7 — в, прочитайте.

— 187 — 11 - (стр. 103.), прочитайте (стр. 72.)

- 189 - 30 - объектив, прочитайте линзы.

- 199 - 31 - пунис, читай "пемза".

- 216 - 10 - девять, читай "десять".

-- 236 — 12, 13 — “ более отдаленный от”, читать “ближе к”.

## СНОСКИ:

1 Те несчастные, которые были заключены в самые темные подземелья, заявили, что, хотя при первом входе они не могли воспринимать никаких предметов, возможно, в течение дня или двух, тем не менее, с течением времени, когда зрачки их глаз расширились, они могли легко воспринимать мышей, крыс и других животных, которые кишели в их камерах, а также на стенах их квартир; это показывает, что даже в таких ситуациях свет присутствует и оказывает определенное влияние.

2 Письма к немецкой принцессе, т. 1. стр. 68, 69 и др.

3 Способ, которым было обнаружено движение света, объясняется в работе автора, озаглавленной "Небесный пейзаж", стр. 369-371, а обстоятельства, которые привели к открытию абберрации света, изложены и проиллюстрированы в его книге "Звездные небеса", стр. 71-74 и стр. 284-292.

4 Введение Николсона в натурфилософию, том 1.

5 Свет фосфорной природы часто испускается различными гниющими веществами животного происхождения, которые в века суеверий служили для удивления и устрашения робких людей. От итальянца Фабрициуса мы узнаем, что трое молодых людей, проживающих в Падуе, купили баранину и съели часть ее в день Пасхи 1592 года, а несколько кусочков остатка, которые они оставили до следующего дня, светились, как множество свечей, если случайно рассмотреть их в темноте. Это явление вызвало изумление всего города, и часть плоти была отправлена Фабрициусу, профессору анатомии, для исследования. Он заметил, что те части тела, которые были мягкими на ощупь и прозрачными при свете свечи, были наиболее блестящими; а также что некоторые кусочки плоти кида, которым случилось соприкоснуться с ними, были светящимися, так же как пальцы и другие части тел тех людей, которые к ним прикасались. Бартолин рассказывает о подобном явлении, которое произошло в Монпелье в 1641 году. Бедная женщина купила на рынке кусок мяса, намереваясь воспользоваться им на следующий день, но так получилось, что в ту ночь она плохо спала, а ее кровать и кладовка находились в одной комнате, и она заметила, что от мяса исходит столько света, что оно освещает все место, где оно висело. Мы можем судить об ужасе и изумлении самой женщины, когда узнаем, что часть этой светящейся плоти была отнесена в качестве необычайной диковинки Генриху, герцогу Конде, губернатору этой местности, который рассматривал ее несколько часов с величайшим изумлением. Свет был таким, словно по поверхности были разбросаны драгоценные камни, и продолжался до тех пор, пока плоть не начала разлагаться, после чего она исчезла, что, как считалось, происходило в форме креста. Отсюда уместность обучения широких слоев общества знанию фактов, связанных с материальной системой, и физических причин различных явлений природы.

6 Memoires de la Soc. d'Aroncil, vol. ii.

7 Под *средой* в оптике понимается пространство, в котором движется луч света, будь то чистое пространство, воздух, вода, стекло, алмаз или любое другое прозрачное вещество, через которое лучи света могут проходить по прямым линиям.



8 эдинбургский философский журнал за октябрь 1819 г., стр. 411.

9 Этот способ определения фокуса вогнутой линзы можно варьировать следующим образом: — пусть линза будет покрыта бумагой с двумя маленькими круглыми отверстиями; и на бумаге для приема света опишите также два маленьких круга, но так, чтобы их центры находились друг от друга на расстоянии, вдвое превышающем расстояние центров кругов. Затем перемещайте бумагу туда и обратно, пока середина солнечного света, проходящего через отверстия, не упадет точно на середину кругов; это расстояние бумаги от объектива и будет требуемым фокусным расстоянием.

10 Маленькие стеклянные зеркала для проведения некоторых экспериментов и иллюстрации некоторых принципов, упомянутых выше, могут быть изготовлены из самых плоских обычных часовых стекол путем отслаивания или покрытия листовой жести и ртути выпуклых поверхностей таких стекол. Их фокусное расстояние обычно составляет от одного до двух дюймов. Такие зеркала обеспечивают очень большой и красивый обзор глаза, когда они находятся на фокусном расстоянии от этого органа. Такие зеркала также будут служить для отражения света от объектов, рассматриваемых в микроскопы. Зеркала большего размера, диаметром от четырех до восьми дюймов, можно приобрести у оптика по разным ценам, варьирующимся от пяти до десяти или пятнадцати шиллингов.

11 Журнал естественной философии Николсона, серия 4, стр. 225.

12 Не может быть никаких сомнений в том, что некоторые факты, приписываемые на западном нагорье Шотландии *второму зрению*, объясняются необычным преломлением атмосферы; поскольку одной из особенностей, приписываемых тем, кто обладал этой способностью, было то, что они могли различать лодки и снипы до того, как они появлялись на горизонте.

13 Фраунгофер был в самом высоком смысле этого слова *оптиком*, оригинальным первооткрывателем в самых сложных и деликатных областях этой науки — компетентным математиком, замечательным механиком и человеком поистине философского склада ума. Благодаря своим экстраординарным талантам он вскоре поднялся с низшей ступени на производственном предприятии до руководства *оптическим* отделом бизнеса, в котором он первоначально работал обычным рабочим. Затем он применил всю силу своего ума к совершенствованию ахроматического телескопа, недостатки которого в отношении оптических свойств используемых материалов он попытался исправить; и с помощью серии замечательных экспериментов ему удалось придать оптическим определениям точность астрономических наблюдений, превзойдя в этом отношении всех, кто был до него, за исключением, возможно, прославленного Ньютона. Именно в ходе этих исследований он пришел к важному открытию темных линий, которые встречаются в солнечном спектре. Его ахроматические телескопы разбросаны по всей Европе и являются самыми большими и лучшими из когда-либо созданных. Он умер в Мюнхене в преждевременном возрасте в 1826 году; говорят, что его смерть была ускорена из-за нездорового характера процессов, применявшихся в его теплице; оставив после себя репутацию, редко достижимую для столь молодого человека. Его мемуары “О преломляющей и рассеивающей способности различных видов стекла в связи с усовершенствованием ахроматических телескопов и описанием линий в спектре” можно найти в “Эдинбургском философском журнале”, т. ix, стр. 288-299, и Т. x, стр. 26-40, за 1823-4 годы.

14 Философских трудов. Т. 50. с. 294.



15 Ecclesiasticus xliii. 11, 12.

16 Это часто задаваемый вопрос — была ли радуга до потопа? Некоторые считают, что радуга была чем-то вроде *чудесного* явления и что до потопа ее никогда не видели. Двусмысленный смысл слова ‘set’ в нашем переводе вызвал ошибочное впечатление такого рода. Переведенное таким образом еврейское слово более точно означает "Я даю" или "Я *назначаю*". Весь отрывок, относящийся к этому обстоятельству, в буквальном переводе звучит так: "Я назначаю мою радугу, которая в облаке, чтобы она была знамением завета между мной и землей; и будет, когда Я наведу облако на землю, и радуга будет видна в облаке, тогда Я вспомню мой завет, который между мной и вами" и т.д. Поскольку радуга образуется благодаря неизменным законам преломления и отражения применительно к солнечным лучам, падающим на капли дождя, это явление должно было время от времени проявляться с самого начала мира, если только мы не предположим, что до потопа дождя не было и что устройство вещей в физической системе сильно отличалось от того, что есть сейчас. Этот отрывок утверждает не более чем то, что *затем* радуге было *назначено быть* символом завета между Богом и человеком, и хотя ее, возможно, часто видели раньше, она одинаково хорошо служила бы знамению, как если бы она была чудесным образом создана для этой цели, и даже лучше, поскольку ее частое появление, согласно законам природы, является вечным напоминанием человеку о божественной верности и милосердии.....

17 Хотя Борелл упоминает это обстоятельство, все же есть некоторые основания сомневаться в точности этого утверждения, поскольку молодому Янсону, по-видимому, было в тот период не более шести лет; так что более вероятно, что Галилей был первым первооткрывателем спутников Юпитера.

18 Читатель может увидеть гравюру этого инструмента в работе автора, озаглавленной "*Совершенствование общества*". —с. 209.

19 Одним из свойств вогнутых линз является то, что они делают сходящиеся лучи менее сходящимися, а при размещении так, как предполагается в данном случае, делают их параллельными; и именно параллельные лучи обеспечивают четкое зрение.

20 Слово *aperture* применительно к предметным стеклам означает отверстие, пропускающее свет, или ту часть предметного стекла, которая остается непокрытой. Предметное стекло может быть 3 дюйма в диаметре, но если закрыть один дюйм этого диаметра, то говорят, что его отверстие составляет всего 2 дюйма.

21 Говорят, что у мистера Купера, члена парламента Слайго, есть ахроматический телескоп длиной 26 футов и диаметром оптического стекла 14 дюймов.

22 Этот телескоп, изготовленный Доллондом, с мощностью в 240 раз, дает прекрасный вид на пояса Юпитера и двойное кольцо Сатурна, а при мощности в 50 звезд млечный путь и некоторые туманности кажутся очень многочисленными и яркими. Его владелец - джентльмен, который объединяет науку с христианством.

23 Для более подробного описания инструментов и экспериментов доктора Блэра читателя отсылают к его диссертации на эту тему в томе II "Трудов Эдинбургского королевского общества", которая занимает 76 страниц, или к "Журналу естественной философии" Николсона, серия "Кварто", том I., апрель, сентябрь 1797 г.

24 Более подробный отчет о процессах, связанных со строительством этого телескопа, можно найти в статье, представленной Королевскому обществу в 1827 году и опубликованной в "Философских трудах этого общества" за 1828 год, а также в другой статье, опубликованной в "Трудах" за 1829 год. В основном из этих документов был сокращен предыдущий отчет. Смотрите также "Эдинбургский новый философский журнал" за январь—апрель 1828 г. и "Эдинбургский научный журнал" Брюстера за октябрь 1829 г.

25 Конкретное описание этого телескопа с механизмом для его перемещения, иллюстрированное гравюрой, можно увидеть в "Кратком изложении философских трудов" Рейда и Грея. — Том vi. Часть I. за 1723 год, стр. 147-152.

26 Мисс Шорт, которая построила обсерваторию на Калтон-хилл в Эдинбурге и руководит ею, является потомком брата мистера Шорта. У нее есть большой григорианский отражатель длиной около 12 футов, изготовленный мистером Шортом и установленный на экваториальной оси. Первоначально он был размещен в небольшой обсерватории, возведенной на холме Калтон примерно в 1776 году, но в течение многих прошедших лет им практически не пользовались.

27 Конкретный отчет о пятидесятифутовом отражателе графа Росса, который теперь завершен, приведен в *Приложении*.

28 Философских трудов за 1800 год, том XC, стр. 80 и др.

29 При использовании телескопов внутри помещений, как правило, следует следить за тем, чтобы в помещении, где они установлены для наблюдения, не было огня и чтобы воздух внутри был почти такой же температуры, как воздух окружающей атмосферы; ибо, если комната наполнена нагретым воздухом, при открытых окнах будет поток холодного воздуха, врывающийся внутрь, и поток нагретого воздуха, врывающийся наружу, который будет производить такую волнистость и дрожащее движение, что не позволит отчетливо разглядеть какой-либо небесный объект.

30 Приведенные выше указания и замечания сокращены с некоторыми изменениями из "Введения в практическую астрономию" доктора Пирсона.—Том II.

31 "Практическая астрономия" Пирсона.—Том II.

32 перламутровый динаметр можно приобрести примерно за двенадцать шиллингов. См. рис. 57, *a, b, c*, стр. 260.

33 Исследование человеческого разума Рейдом, глава iv.

34 Расстояние сатурна от солнца составляет 906 000 000 миль; иногда он ближе к земле, а иногда дальше от нее, в зависимости от того, насколько он близок к точке своего противостояния или соединения с солнцем. Если это число разделить на 200, предполагаемую увеличительную мощность телескопа, то получится 4 530 000, что выражает расстояние в милях, с которого он позволяет нам созерцать эту планету. Если это число вычесть из 906 000 000, то останется 901 470 000, что выражает количество миль от земли, на которых мы должны наблюдать Сатурн с помощью такого прибора.

35 *Ирландские труды*, том X. и Философский журнал Николсона, том XVI.

36 Приложение Брюстера к "Лекциям Фергюсона".

37 Конкретное описание перечисленных здесь микрометров и некоторых других можно найти в "Введении в практическую астрономию" доктора Пирсона, том II.

38 Введение Адамса в практическую астрономию.

39 Или найдите прямое восхождение солнца за данный день; вычтите это из прямого восхождения звезды или планеты, а остальное - приблизительное время приближения звезды к меридиану. Разница между этим временем и временем наблюдения затем определит точку, на которую должен быть направлен телескоп.

40 Правильные восхождения, склонения, долготы и т.д., указанные в этих записках, которые были отмечены во время наблюдения, являются лишь приближениями к истине; абсолютная точность в этих отношениях не имеет значения при таких наблюдениях. Однако, как правило, они находятся в пределах минуты или двух от истины. *Время* проведения наблюдений также указано в привязке — не к *астрономическому*, а к *гражданскому* дню. Астрономический день начинается в 12 часов дня, и отсчет часов ведется без перерыва до следующего полудня. Гражданский день начинается в 12 часов ночи.

41 Это наблюдение помещено в "эдинбургском философском журнале" за январь 1844 года.

42 Покойный мистер Бенджамин Мартин, описывая природу солнечного телескопа в своей "*Британской философии*", том iii, стр. 85, приводит следующее отношение: "Я не могу здесь не упомянуть очень *необычное явление*, которое я наблюдал около десяти лет назад в своей затемненной комнате. Окно выходило на запад, и шпиль Чичестерского собора находился перед ним на расстоянии 50 или 60 ярдов. Я очень часто развлекал себя, наблюдая за тем, как приятно солнце заходило за шпиль и на какое-то время затмевалось им; поскольку изображение солнца и шпиля были очень большими, поскольку были сделаны линзой с фокусным расстоянием 12 футов. И однажды, когда я наблюдал за скрытием солнца за шпилем, как раз в тот момент, когда диск исчез, я увидел несколько маленьких, ярких, круглых тел или шаров, бегущих к солнцу из темной части комнаты, даже на расстояние 20 дюймов. Я заметил, что их движение было немного неровным, но прямолинейным и, казалось, ускорялось по мере приближения к солнцу. Эти светящиеся шарики появлялись также с другой стороны шпиля и предшествовали солнцу, выбегая в темную комнату, иногда больше, иногда меньше, вместе точно так же, как они следовали за солнцем при его закрытии. В целом они казались диаметром в одну двадцатую дюйма и, следовательно, должны были быть очень большими светящимися шарами в какой-то части небес, чей свет был погашен светом солнца, так что они не появлялись при дневном освещении; но были ли они метеоритного типа или какого рода телами они могли быть, я не мог предположить." Профессор Ханстин упоминает, что при измерении зенитных расстояний полярной звезды он наблюдал несколько похожее явление, которое он описал как "светящееся тело, прошедшее через поле универсального телескопа — его движение не было ни абсолютно равным, ни прямолинейным, но очень напоминало неравномерное и несколько змеевидное движение восходящей ракеты"; и он пришел к выводу, что это, должно быть, "метеор" или "падающая звезда", спускающаяся из более высоких областей атмосферы.<sup>43</sup>

Во время моих частых наблюдений на Венере с целью определения ближайших положений к солнцу, в которых можно было видеть эту планету, у меня несколько раз была возможность стать свидетелем подобных явлений. При поиске планеты я был немало удивлен, часто замечая, как в

поле зрения телескопа проходит тело, по-видимому, того же размера, что и Венера, хотя иногда больше, а иногда меньше, так что я часто принимал это тело за планету, пока его быстрое движение не ввело меня в заблуждение. В нескольких случаях *четыре* или *пять* из этих тел, казалось, пересекали поле зрения, иногда перпендикулярно, а иногда и в горизонтальном направлении. Они казались светящимися телами, чем-то напоминающими внешность планеты, если смотреть на них днем с умеренным увеличением. Их движение было почти прямолинейным, но иногда имело волнообразную или змеевидную форму, и казалось, что они движутся со значительной скоростью — телескоп был оснащен мощностью около 70 раз. Долгое время я был в растерянности, какое мнение составить о природе этих тел; но, имея возможность продолжать эти наблюдения почти каждый ясный день в течение почти года, я часто имел возможность рассматривать это явление в различных аспектах; и, наконец, смог составить мнение относительно причины, по крайней мере, *некоторых* явлений, которые представлялись сами собой. В нескольких случаях упомянутые тела казались намного крупнее, чем обычно, и двигались с более высокой скоростью; в этом случае я мог ясно видеть, что это были не что иное, как *птицы* разных размеров и, по-видимому, на разном расстоянии, выпуклые поверхности тел которых в определенных положениях сильно отражали солнечные лучи. В других случаях, когда они казались меньше, их истинная форма была неразличима из-за их движения и расстояния.

Вставив несколько замечаний по этому поводу в № XXV. в "Эдинбургском философском журнале" за июль 1825 г., особенно в связи с мнением профессора Ханстина, эта статья попала под рецензию Месье Серра, субпрефекта Эмбруна, в статье, помещенной в "*Анналах Химии*" за октябрь 1825 г., озаглавленной "Сообщения об огненных метеорах, видимых днем".<sup>44</sup> Обсуждая эту тему, месье Серр признает, что свет, очень косо отраженный от перьев птицы, способен производить эффект, подобный тому, который я сейчас описал; но что "объяснение не должно быть приведено в качестве доказательства". быть *обобщенным*. Он отмечает, что, наблюдая солнце по повторяющемуся кругу, он часто замечал, даже через цветное стекло, прикрепленное к окуляру, большие светящиеся точки, пересекавшие поле телескопа и казавшиеся слишком четко очерченными, чтобы не признать их удаленными, и наклоненными под слишком большими углами, чтобы представить их птицами. В качестве иллюстрации к этой теме он приводит следующие факты. 7 сентября 1820 года, понаблюдав некоторое время за солнечным затмением, которое произошло в тот день, он намеревался прогуляться по полям, и, пересекая город, он увидел многочисленную группу людей разного возраста и пола, чьи глаза были устремлены в направлении солнца. Пройдя дальше, он заметил другую группу, чьи глаза были точно так же обращены к солнцу. Он спросил умного художника, который был среди них, чтобы узнать объект, который привлек его внимание. Он ответил: "Мы смотрим на звезды, которые отделяются от солнца". "Вы можете посмотреть сами; это будет кратчайший способ узнать факт". Он посмотрел и увидел, на самом деле, не звезды, а огненные шары диаметром, равным самым крупным звездам, которые проецировались в различных направлениях из верхнего полушария солнца с неисчислимой скоростью, и хотя эта скорость проецирования казалась одинаковой у всех, все же не все они достигали одинакового расстояния. Эти шары проецировались через неравные и довольно короткие промежутки времени. Часто проецировалось сразу несколько шаров, но они всегда расходились друг от друга. Некоторые из них описывали прямую линию и гасли вдали; некоторые описывали параболическую линию и гасли таким же образом; другие снова, удалившись на определенное расстояние по прямой линии, возвращались назад по той же линии и, казалось, входили, все еще светясь, в

солнечный диск. Основа этой великолепной картины была небесно-голубой с легким оттенком коричневого. Таково было его изумление при виде столь величественного зрелища, что он не мог оторвать от него глаз, пока оно не прекратилось, что происходило постепенно, по мере того как затмение проходило и солнечные лучи возвращали свой обычный блеск. Один из собравшихся заметил, что "солнце высвечивало больше всего звезд в то время, когда оно было наиболее бледным"; и что обстоятельством, которое первым привлекло внимание к этому явлению, был случай с женщиной, которая крикнула: "Идите сюда! — идите и посмотрите на пламя, исходящее от солнца!"

Я изложил вышеприведенные факты, потому что впоследствии они могут пролить свет на определенные объекты или явления, с которыми мы в настоящее время не знакомы. Феномен 'падающих звезд' в последние годы привлек значительное внимание, и, кажется, теперь можно признать, что, по крайней мере, некоторые виды этих тел спускаются из областей, находящихся далеко за пределами нашей атмосферы. Это можно считать несомненным в отношении 'Ноябрьских метеоров'. Не могут ли некоторые из явлений, описанных выше, быть связаны с падением метеорных камней — ливни падающих звезд, наблюдавшиеся 12 и 13 ноября, или другие метеорные явления, причины которых мы до сих пор не смогли объяснить? Или же мы можем предположить, что определенные небесные тела, природа и назначение которых нам пока неизвестны, могут вращаться по—разному в окружающих нас областях - некоторые из них непрозрачны, а другие светятся, и свет их неразличим из-за солнечного сияния?

43 См. "Эдинбургский философский журнал" за апрель 1825 г., № XXIV.

44 См. "Эдинбургский философский журнал" за июль 1826 г., стр. 114.

45 Объяснение способа наблюдения Венеры в ее высшем соединении см. в "Небесном пейзаже", 5-е тыс., стр. 102.

46 См. "Астрономию Лонга", том 2, стр. 487, и "Британскую энциклопедию", том ii, стр. 436, 3—е издание.

47 Полушария шаров, обозначающих различные планеты на этой машине, окрашены в черный цвет белой стороной, обращенной прямо к солнцу, так что, если поместить глаз на одной линии с землей и планетами, особенно Меркурием и Венерой, можно отчетливо различить их фазу на небе в это время, если смотреть в телескоп.

48 Приведенное выше описание было выбрано и сокращено из небольшого тома, озаглавленного 'Чудовищный телескоп, установленный графом Россом в Парсонтауне', а также из "Иллюстрированных лондонских новостей" от 9 сентября 1843 года. В упомянутом томе будет найдено более подробное описание, сопровождаемое гравюрами.

### Примечание переписчика:

Исправления, перечисленные в списке ошибок, были внесены.

Изображение с высоким разрешением для изображения на странице 196 не имеет подписи. Я подписал это изображение как "рисунок 40", а изображение на странице 206 - как "рисунок 40 \*", чтобы соответствовать "Списку гравюр".

Непоследовательные двойные кавычки и заглавные буквы такие же, как в оригинале.

Непоследовательное написание и расстановка переносов такие же, как в оригинале.